

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**



**“SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA EL MONITOREO  
DE NIVEL DEL CANAL NORTE ENTRE LAS  
ESTACIONES CAYETANO, AMOTAPE Y PRESA  
SULLANA DEL PROYECTO ESPECIAL CHIRA PIURA”**

**TESIS**

***PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:***

***INGENIERO ELECTRÓNICO Y***

***TELECOMUNICACIONES***

**MANUEL LEO DAN RAMOS RUIZ**

**PIURA – PERÚ  
2017**

**“SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA EL MONITOREO DE NIVEL DEL  
CANAL NORTE ENTRE LAS ESTACIONES CAYETANO, AMOTAPE Y  
PRESA SULLANA DEL PROYECTO ESPECIAL CHIRA PIURA”**

TESIS PRESENTADA A LA FACULTAD DE CIENCIAS COMO

REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

ING. ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES



---

MANUEL LEO DAN RAMOS RUIZ  
EJECUTOR



---

ING. JUAN M. JACINTO SANDOVAL  
ASESOR

**APROBADA POR:**

**JURADO:**



---

ING. MARIO RAMOS ECHEVARRIA  
PRESIDENTE



---

ING. CARLOS ARELLANO RAMIRÉZ  
SECRETARIO



---

ING. FRANKLIN BARRA ZAPATA  
VOCAL

**PIURA – PERÚ  
2017**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico de manera especial a mi familia que ha sido desde el inicio de mis estudios y carrera profesional fuente de motivación que han impulsado mis logros y que me han acompañado en los momentos de dificultad.

Una mención especial para mis padres: Ana y Manuel, mis hermanas: Brenda, Katherine, Ana y mi esposa Katherine junto con mis queridos hijos: Luciana y Manu.

Finalmente dedico este trabajo a todos mis colaboradores, mi equipo de trabajo que día a día me ayudan a cumplir mis objetivos y metas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Inicio agradeciendo a Dios, por haberme bendecido con un hogar y una familia sólida, cálida y de buenos valores. A mis Padres por haber inculcado en mí la responsabilidad, el amor al prójimo y el respeto, a mis docentes por haber sembrado en mí el conocimiento y por el tiempo que me brindaron durante mi fase de estudiante.

Agradezco también a mi asesor quién creyó siempre en mi capacidad y me brindo su sapiencia y experiencia en su especialidad como Ingeniero.

Un agradecimiento especial a mi Alma mater. La “Universidad Nacional de Piura”, a la “Facultad de Ciencias” y a la “Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones”. Y es mi promesa dar mi máximo esfuerzo en mi vida profesional, para no defraudar a esta noble casa de estudios y sembradora de renombrados profesionales.

Finalmente a mi esposa y a mis hijos por dejarme robarles un poco de su atención para concluir esta tesis, recibiendo de parte de ellos siempre una sonrisa.

¡Muchas gracias!

## RESUMEN

El Proyecto Especial Chira Piura dentro de su **infraestructura hidráulica** cuenta con la Presa Sullana, de vital importancia para el aprovechamiento del recurso hídrico restante de la Represa de Poechos, el cual anteriormente se perdía al desembocar en el mar. Dicha Presa controla el nivel de agua y caudal del Canal Norte. Actualmente se requiere un sistema que permita la medición de nivel a lo largo de su recorrido.

La presente tesis presenta una alternativa de **solución tecnológica** para mejorar el **sistema de medición** de nivel del Canal Norte actual, mediante la implementación de un **sistema de Telemetría** entre las estaciones: Cayetano, Amotape y la Presa Sullana.

La implementación del sistema permitirá la obtención y tratamiento de datos en tiempo real de manera que las tareas de supervisión sean lo más eficientemente posibles y manejar situaciones complicadas o aplicar planes de contingencia en el caso fuese necesario. Además, se requiere que el sistema cuente con tecnología de punta que asegure un correcto desempeño durante todo el año ininterrumpidamente de manera que se logre minimizar las fallas habituales y adicionalmente asegurar el resguardo y almacenamiento de la información constantemente.

**Palabras clave:** **Infraestructura hidráulica, solución tecnológica, sistema de medición, sistema de telemetría.**

## **ABSTRACT**

The Chira Piura Special Project within its **hydraulic infrastructure** has the Sullana Dam, which is of vital importance for the use of the remaining water resource of the Poechos Dam, which was previously lost as it flows into the sea. This dam controls the water level and flow of the North Channel. Currently a system is required that allows level measurement along its path.

The present thesis presents an alternative **technological solution** to improve the level **measurement system** of the current North Channel, through the implementation of a **Telemetry system** between the stations: Cayetano, Amotape and Sullana Dam.

The implementation of the system will allow obtaining and processing data in real time so that the tasks of supervision are as efficiently as possible and handle complicated situations or apply contingency plans if necessary. In addition, it is required that the system has state-of-the-art technology that assures a correct performance throughout the year uninterruptedly so as to minimize the usual faults and additionally ensure the protection and storage of information constantly.

**Key words:** Hydraulic infrastructure, technological solution, measurement system, telemetry system.

## INTRODUCCIÓN

Gran parte de los sistemas de comunicación establecidos desde mediados de la década de 1980 es de naturaleza digital y como es lógico transportan información en forma digital. Sin embargo, los sistemas terrestres de radio repetidoras de microondas que usan portadores moduladas en frecuencia (FM) o moduladas digitalmente ya sea en QAM o en PSK, siguen constituyendo el 35% del total de los circuitos de transporte de información en los Estados Unidos. Existen una variedad de sistemas de microondas funcionando a distancias que varían de 15 a 4000 millas, los sistemas de microondas de servicio alimentador se consideran en general de corto alcance, porque se usan para llevar información a distancias relativamente cortas, por ejemplo, hacer una radiocomunicación entre ciudades que se encuentran en un mismo país. Los sistemas de microondas de largo alcance son los que se usan para llevar información a distancias relativamente mucho más largas, por ejemplo, en aplicaciones de rutas interestatal y de red primaria. Las capacidades de los sistemas de radio de microondas van desde menos de 12 canales de banda de voz hasta más de 22000. Los primeros sistemas tenían circuitos de banda de voz multiplexados por división de frecuencia, y usaban técnicas convencionales, de modulación en frecuencia no coherente, los más modernos tienen circuitos de banda de voz modulados por codificación de pulsos y multiplexados por división de tiempo usan técnicas de modulación



digital más modernas, como la modulación de conmutación de fase (PSK) o por amplitud en cuadratura (QAM).

## INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>9</b>
<b>1   CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
1.1   DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2   ANTECEDENTES .....	13
1.3   JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
1.4   OBJETIVO GENERAL .....	14
1.5   OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
❑ Interconectar las estaciones Cayetano, Amotape y Presa Sullana mediante red de Telemetría.....	14
❑ Integración de variables obtenidas (nivel y caudal) al sistema SCADA existente. 14	
➤ Estudio radio eléctrico para la obtención de los radio enlaces.....	14
❑ Diseño de red de datos escalable para la integración de servicios auxiliares, como internet y telefonía. ....	14
1.6   HIPÓTESIS .....	15
<b>2   CAPITULO II: MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....</b>	<b>16</b>
2.1   CONCEPTOS BASICOS.....	16
2.1.1   Telemetría .....	16
2.1.2   Hidrometría.....	16
2.1.3   TELEMETRÍA .....	16
2.1.4   Transductor.....	17
2.1.5   HIDROMETRÍA .....	17
2.2   PROPAGACIÓN .....	18
2.2.1   PROPAGACIÓN POR ONDA ESPACIAL .....	19
2.2.2   FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN.....	20
2.2.3   ANTENAS .....	26
2.2.4   CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LAS ANTENAS DE MICROONDAS .....	28
2.2.5   MECANISMOS ALIMENTADORES .....	29
2.2.6   GANANCIA DIRECTIVA Y GANANCIA DE POTENCIA.....	33
2.2.7   POTENCIA ISOTRÓPICA EFECTIVA IRRADIADA .....	34
2.2.8   POLARIZACIÓN DE LA ANTENA .....	34

2.2.9	ABERTURA DEL HAZ DE LA ANTENA .....	34
2.2.10	ANCHO DE BANDA DE ANTENA .....	35
<b>3</b>	<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA EMPLEADA .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1</b>	<b>PROYECTO DE RADIOENLACES .....</b>	<b>37</b>
3.1.1	De Amotape a Repetidor.....	38
3.1.2	De Repetidor a Cayetano .....	40
3.1.3	De Repetidor a Presa Sullana .....	41
3.1.4	Estación Presa Sullana. ....	42
3.1.5	Estación Cayetano .....	44
3.1.6	Estación Amotape .....	53
3.1.7	Estación Repetidor.....	60
<b>4</b>	<b>CAPITULO IV: RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>69</b>
<b>4.1</b>	<b>Estudios previos de Ingeniería .....</b>	<b>69</b>
4.1.1	Estación Presa Sullana .....	69
4.1.2	Estación Cayetano .....	69
4.1.3	Estación Amotape .....	70
4.1.4	Estación Repetidor.....	70
<b>4.2</b>	<b>Gastos generales. ....</b>	<b>70</b>
<b>4.3</b>	<b>Resumen de Estaciones remotas .....</b>	<b>71</b>
4.3.1	Ubicación .....	71
4.3.2	Arquitectura de Red. ....	72
4.3.3	Descripción de Estaciones.....	72
<b>5</b>	<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES .....</b>	<b>77</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>6</b>	<b>CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>80</b>
<b>6.1</b>	<b>Libros .....</b>	<b>80</b>
<b>6.2</b>	<b>Páginas de Internet .....</b>	<b>80</b>
		<b>81</b>

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 PROPAGACIÓN DE ONDAS ESPACIALES .....	19
FIGURA 2 LINEA DE VISTA LEJANA.....	20
FIGURA 3 REFRACCIÓN DE UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA.....	22
FIGURA 4 REFLEXIÓN DE UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA.....	23
FIGURA 5 REFLEXIÓN DE UNA SUPERFICIE SEMIÁSPERA .....	24
FIGURA 6 DIFRACCIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.....	25
FIGURA 7 INTERFERENCIA DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.....	26
FIGURA 8 ANTENA CON ALIMENTACIÓN CENTRAL.....	31
FIGURA 9 ANTENA CON ALIMENTACIÓN POR BOCINA .....	32
FIGURA 10 ANTENA CON ALIMENTACIÓN CASSEGRAIN .....	33
FIGURA 11 ABERTURA DEL HAZ DE LA ANTENA .....	35
FIGURA 12 PROYECTO RADIOENLACES .....	37
FIGURA 13 DISTRIBUCIÓN DE RADIOENLACES .....	38
FIGURA 14 RELIEVE DEL TERRENO AMOTAPE-REPETIDOR .....	39
FIGURA 15 RELIEVE DEL TERRENO REPETIDOR-CAYETANO.....	41
FIGURA 16 RELIEVE DEL TERRENO REPETIDOR-PRESA .....	42
FIGURA 17 ESTACIONES A ENLAZAR .....	72
FIGURA 18 DISTRIBUCIÓN CAYETANO .....	73
FIGURA 19 DISTRIBUCIÓN AMOTAPE.....	75

# **1 CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## ***1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA***

Condiciones inadecuadas para la correcta supervisión de las dotaciones de agua en los canales de derivación.

Sólo se cuenta con un sistema de medición en la bocatoma del Canal Norte, mediante una cámara IP, la cual es monitoreada por el operador del SCADA, teniendo en cuenta la trayectoria del canal (40kms) es insuficiente contar con una sola medición.

Sólo se puede obtener datos de otros puntos del canal mediante mediciones de un operador, utilizando instrumentos de medición como correntómetros y bandas limnigráficas, siendo de forma manual y no se procesan en tiempo real.

Se requiere una comunicación telefónica para pasar la información al operador de la presa, estas comunicaciones son costosas y pueden ser interrumpidas por mantenimiento y condiciones climáticas adversas.

Los datos obtenidos no son procesados en tiempo real, se requiere que los operadores de cada estación llenen un reporte diario, para su posterior procesamiento.

Se requiere de un sistema que permita la obtención y tratamiento de datos en tiempo real, permitiendo un correcto desempeño durante todo el año de

manera que se logre minimizar las fallas habituales y mejorar la operación y la medición del recurso hídrico.

## **1.2 ANTECEDENTES**

En el Canal Norte anteriormente se contaba con un sistema de medición mediante un instrumento de medición mecánico “Limnigráfo”, estos equipos actualmente están fuera de servicio, debido a fallas y falta de mantenimiento y repuestos.

El PECHP recientemente ha implementado un sistema de Telemetría entre las instalaciones de la Presa Sullana, Presa Ejidos, Check 29 y las oficinas del PECHP en la ciudad de Piura obteniendo buenos resultados, pudiendo supervisar el SCADA de la Presa Sullana y la Presa Ejidos.

Actualmente hay una cámara IP monitoreando la banda Limnigráfica en la bocatoma del Canal Norte, la cual es monitoreada por el Operador del SCADA de la Presa Sullana.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Este proyecto permitirá tener en tiempo real los valores de nivel de agua del canal y de caudal, con estos datos generar reportes, limnigramas, históricos, etc.

Este sistema al ser escalable permitirá la implementación de otros servicios como telefonía, internet, entre otros.

Al ser una red Ethernet puede interconectarse a otras redes, permitiendo que los datos puedan ser monitoreados y/o procesados en las oficinas de Piura.

La implementación de este sistema mejorará el proceso de medición de agua del Canal Norte, de este modo podrá ser más eficiente.

#### **1.4 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general del proyecto es la implementación de un sistema de telemetría para el monitoreo de nivel del canal norte entre las estaciones Cayetano, Amotape y presa Sullana del proyecto especial chira Piura.

#### **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Interconectar las estaciones Cayetano, Amotape y Presa Sullana mediante red de Telemetría.
- Integración de variables obtenidas (nivel y caudal) al sistema SCADA existente.
- Estudio radio eléctrico para la obtención de los radio enlaces.
- Diseño de red de datos escalable para la integración de servicios auxiliares, como internet y telefonía.

## **1.6 HIPÓTESIS**

La implementación de un sistema de telemetría mejorará el monitoreo de nivel del canal norte entre las estaciones Cayetano, Amotape y presa Sullana del proyecto especial chira Piura.



## **2 CAPITULO II: MARCO TEORICO CONCEPTUAL**

### **2.1 CONCEPTOS BASICOS**

#### **2.1.1 Telemetría**

La palabra telemetría procede de las palabras griegas “tele”, que quiere decir a distancia, y la palabra “metrón”, que quiere decir medida. La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

#### **2.1.2 Hidrometría**

La palabra hidrometría proviene del griego “Hidro” que significa agua y “metría” que significa medición.

La hidrometría es la ciencia que trata de la medición y análisis del agua incluyendo métodos, técnicas e instrumentos utilizados en Hidrología.

#### **2.1.3 TELEMETRÍA**

##### **2.1.3.1 ¿Cómo funciona?**

Un sistema de telemetría normalmente consiste de un transductor como un dispositivo de entrada, un medio de transmisión en forma de líneas de cable o las ondas de radio, dispositivos de procesamiento de señales, y dispositivos de grabación o visualización de datos. El transductor convierte una magnitud física como la temperatura, presión o vibraciones en una señal eléctrica correspondiente, que es transmitida a una distancia a efectos de medición y registro.

**2.1.4 Transductor.**

Dispositivo que proporciona una salida utilizable en respuesta a una magnitud física, propiedad o condición específica que se desea medir, generalmente se trata de un dispositivo utilizado para convertir un fenómeno físico en una señal eléctrica. Es un dispositivo usado principalmente en la industria, en la medicina, en la agricultura, en robótica, en aeronáutica, etc. para obtener la información de entornos físicos y químicos y conseguir señales o impulsos eléctricos o viceversa.

**2.1.5 HIDROMETRÍA****2.1.5.1 ¿Qué es el nivel de agua?**

El nivel de agua es la altura de la superficie de un río, lago u otra masa de agua con relación a una determinada referencia, en el caso de un río será de su lecho. En general, debe ser medida con una exactitud de un centímetro, mientras que en las estaciones de aforo como canales de riego que efectúan registros continuos la exactitud debe ser de tres milímetros.

**2.1.5.2 ¿Qué es una estación Limnimétrica?**

La estación limnimétrica es el lugar donde se obtienen datos del nivel de agua durante un programa observacional sistemático. El instrumento de medición directa es el limnómetro, su instalación de esta estación representa un bajo costo, sin embargo, los datos no son continuos y precisos. Los datos de nivel se utilizan como base para computar registros de caudal o cambios en el almacenamiento de agua.

## **2.2 PROPAGACIÓN**

Se deriva del término latín propagation que significa acción y efecto de propagar. Se puede hacer referencia al hecho de realizar o generar algún evento y el mismo llegue a diferentes lugares o sitios. La propagación se vincula al hecho de generar y dirigir ondas de radio, llamadas también ondas electromagnéticas, las cuales viajan desde un transmisor, el cual generó en un principio la onda de radio, la misma que viaja hacia un receptor el cual será capaz de capturar esa onda de radio.

La propagación de ondas de radio o también llamadas ondas electromagnéticas generalmente se la considera en el vacío y se lo conoce como propagación por el espacio libre, en el cual no se consideran pérdidas como las que introduce la propagación por la atmósfera de la tierra la misma que no presenta buenas características para que las ondas electromagnéticas puedan desplazarse con la facilidad que se desearía, por tal motivo, se han desarrollado varias estrategias de solución para poder revertir el efecto dañino que causa la tierra sobre la propagación de las ondas electromagnéticas, las cuales son las encargadas de llevar la información de un lugar a otro, dándonos como resultado el poder comunicarnos con sitios lejanos por medio de las telecomunicaciones. La radiocomunicación se basa en la propagación de ondas de radio, dependiendo de la banda de frecuencias en la que estas ondas se propagan, su comportamiento será diferente, pues las ondas terrestres son influidas por la atmósfera y por la Tierra que afectan sus trayectorias que normalmente son en línea recta, siendo las formas de propagación más usuales las siguientes:

- Propagación por onda terrestre.
- Propagación por onda espacial.
- Propagación por ondas celestes.

### 2.2.1 PROPAGACIÓN POR ONDA ESPACIAL<sup>1</sup>

La propagación en forma de ondas espaciales hace referencia a las ondas electromagnéticas que se irradian en los kilómetros comprendidos entre la superficie de la tierra y en los límites inferiores de la atmósfera terrestre, en las ondas espaciales se incluyen ondas directas y las reflejadas en el suelo como se muestra en la figura.

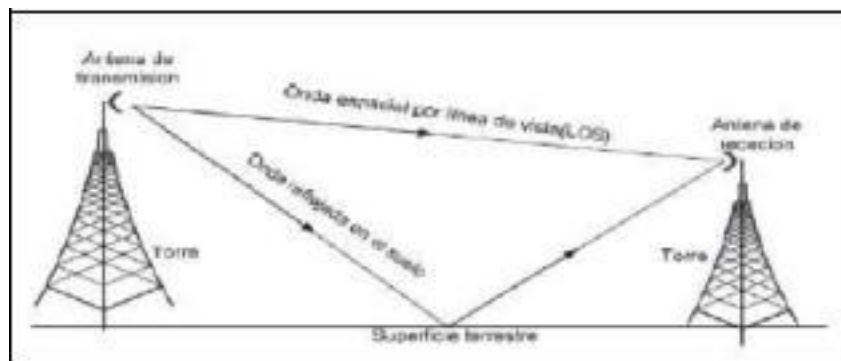


FIGURA 1 PROPAGACIÓN DE ONDAS ESPACIALES

Las ondas directivas viajan en línea recta entre las antenas de transmisión y recepción, la transmisión de este tipo de ondas se denomina transmisión por línea de vista (L.O.S Line Of Sight), tal como muestra la figura

<sup>1</sup> Sistemas de Comunicaciones Electrónicas por Wayne Tomasi 4ta Edición.

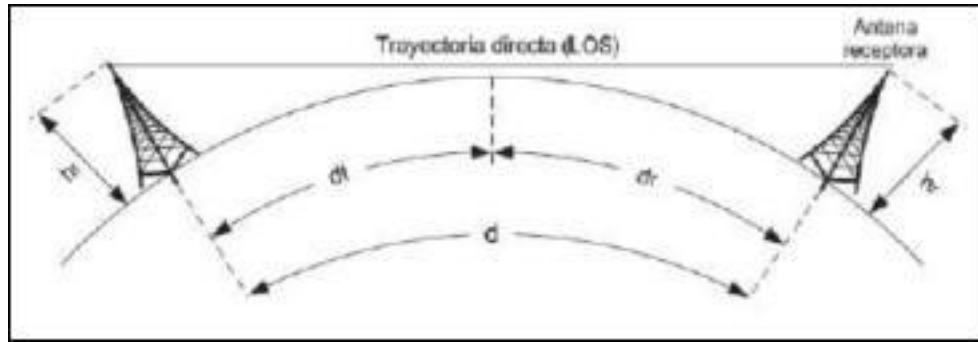


FIGURA 2 LINEA DE VISTA LEJANA

Este modo de propagación es el que corresponde a las frecuencias que están en el rango de 30MHz a 30 GHz, rango en el cual están incluidas las frecuencias usadas para radioenlaces punto a punto como la de 5,8 GHz, además este tipo de propagación está limitado por la curvatura de la Tierra provocando que el campo en la antena de recepción dependa de la distancia entre las dos antenas y de la fase entre las dos ondas directa y reflejada.

### 2.2.2 FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN

La propagación está expuesta a varios fenómenos que la afectan como son:

- Atenuación
- Absorción
- Refracción
- Reflexión
- Difracción
- Interferencia

A estas cuatro últimas también se las denomina propiedades ópticas de las ondas electromagnéticas, pues al igual que la luz, excepto en su frecuencia, las ondas electromagnéticas tienen las mismas propiedades.

#### **2.2.2.1 ATENUACIÓN**

Es un fenómeno que tiene por efecto la pérdida de energía de una señal debido a la distancia, a medida que la onda se aleja de la fuente, las ondas se alejan cada vez más entre sí, por lo tanto, la cantidad de ondas por unidad de área es menor, por lo cual se puede decir que no se pierde o se disipa potencia, la onda solo se extiende sobre un área mayor disminuyendo la densidad de potencia conforme aumenta la distancia y se lo llama atenuación de la onda. Por tal razón, para que la señal llegue con la suficiente energía es necesario el uso de amplificadores o repetidores. La atenuación se incrementa a medida que se incrementa la frecuencia, temperatura y el tiempo.<sup>2</sup>

#### **2.2.2.2 ABSORCIÓN**

Otra manera en cómo afecta la Tierra a la densidad de potencia de una onda electromagnética es a causa de la absorción, debido a que la atmósfera está compuesta por átomos y moléculas de sustancias gaseosas, líquidas y sólidas deteriorando la señal al absorber poco a poco parte de la energía de una onda electromagnética que viaja de un lugar a otro.

---

<sup>2</sup> [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5646/1/34178\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5646/1/34178_1.pdf)

Una vez que la energía es absorbida por dichos elementos se pierde, causando atenuación en la intensidad de voltaje y en el campo magnético, resultando en la atenuación de la densidad de potencia.

### 2.2.2.3 REFRACCIÓN

El desvío de trayectoria de un rayo al pasar con dirección oblicua por medios de diferente densidad se llama refracción, siendo la velocidad del rayo inversamente proporcional a la densidad del medio en el que se propaga. La figura muestra la refracción de un frente de onda en una frontera plana entre dos medios con distintas densidades.

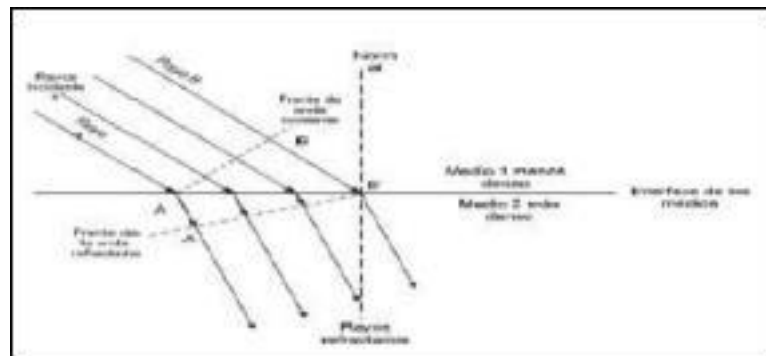


FIGURA 3 REFRACCIÓN DE UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA

### 2.2.2.4 REFLEXIÓN

Este fenómeno se produce al chocar un frente de onda en la frontera de dos medios contiguos lo que produce que parte o toda la potencia incidente se refleje. Las velocidades de la onda incidente y reflejada son iguales siempre que permanezcan en el mismo medio. Si se cumple la condición anterior, los ángulos de incidencia y de reflexión también son iguales, lo que varía es la intensidad de voltaje reflejado el cual es menor

respecto al incidente, la relación entre voltaje reflejado e incidente da como resultado el llamado coeficiente de reflexión.

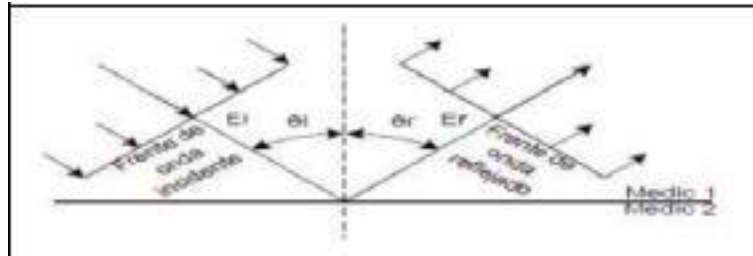


FIGURA 4 REFLEXIÓN DE UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA

Este fenómeno no se produce solamente en la frontera de dos medios, sino que también se puede producir cuando el medio presenta una superficie áspera e irregular creando una reflexión difusa como se ve en la figura, pues el choque del frente de onda sobre una superficie de estas características provoca que el frente de onda se disperse en diferentes direcciones, pero también existe reflexión cuando hay una superficie completamente lisa, lo cual genera reflexión corpuscular, las superficies denominadas semiásperas abarcan a las llamadas superficies lisas e irregulares. Su efecto sobre el frente de onda es que reduce su potencia total.



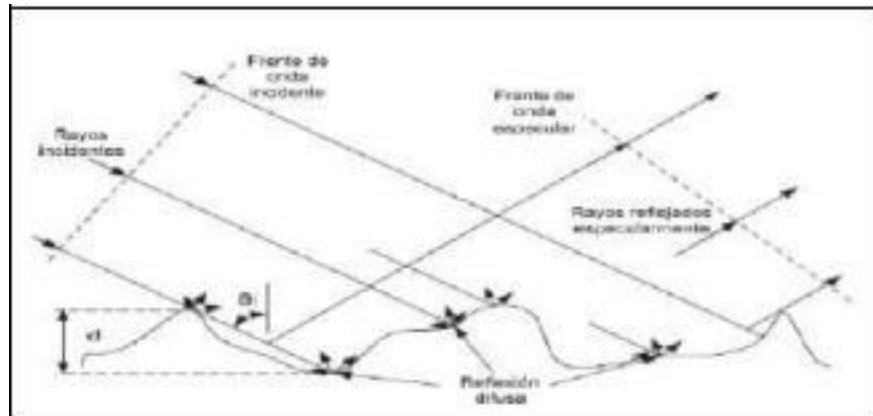


FIGURA 5 REFLEXIÓN DE UNA SUPERFICIE SEMIÁSPERA

### 2.2.2.5 DIFRACCIÓN

Es la redistribución de la energía en el frente de onda al pasar por la orilla de un objeto opaco, este fenómeno es el que permite que una onda se propague en torno a las esquinas de tal objeto, como lo describió Huygens todo punto que esté en el frente de onda se puede considerar como una nueva fuente secundaria de ondas, tal como vemos en la figura, las anulaciones de cada ondulación es parcial y se lleva a cabo en la orilla del obstáculo, permitiendo que las ondas secundarias se escurran en torno a las aristas del objeto y en la parte donde no existen anulaciones se llama zona de sombra. Cada fuente secundaria irradia en todas las direcciones, a pesar de eso el frente de onda sigue su dirección original y no se reparte, porque la anulación de ondas secundarias se hace en todas las direcciones, excepto en la dirección en la que avanza la onda, por tanto, el frente de onda permanece plano.

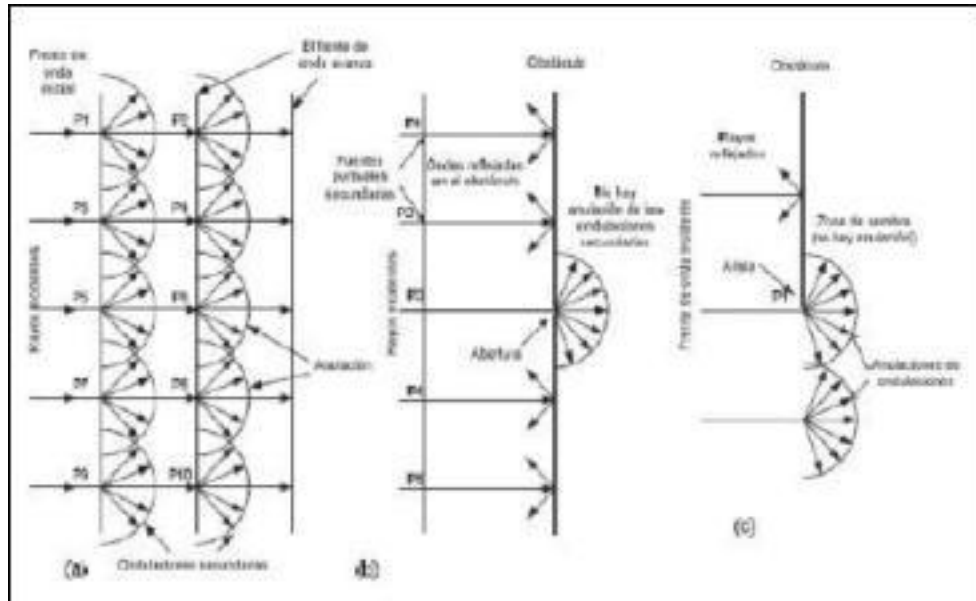


FIGURA 6 DIFRACCIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

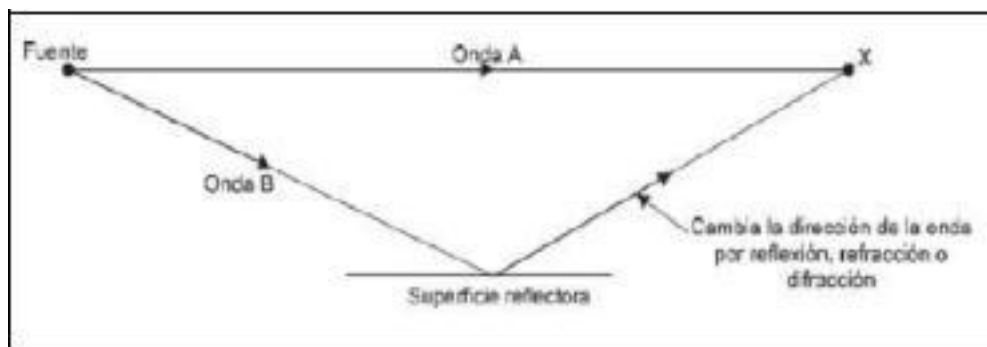
### 2.2.2.6 INTERFERENCIA

Hasta ahora se ha analizado los fenómenos de difracción, reflexión y refracción en función de rayos y frentes de onda los cuales se han estudiado dentro de un análisis de óptica geométrica, pero a diferencia de estos fenómenos la interferencia se refiere a un principio, como es la superposición de ondas en un punto dado, este principio también afirma que la intensidad de voltaje en un punto dado es el resultado de sumar los vectores de las ondas individuales, generándose así un reforzamiento de intensidad, siempre que la diferencia de las distancias recorridas de las ondas directa y reflejada es un múltiplo entero e impar de la media longitud de onda se producirá una anulación de la intensidad, si la diferencia de las distancias recorridas es un múltiplo entero par se da un reforzamiento; en las frecuencias menores que VHF, las longitudes de onda relativamente grandes evitan que la interferencia sea un problema, este tipo de problemas

son más usuales en UHF (300 MHz- 3 GHz) que en VHF (30 MHz- 300 MHz).

Cuando la diferencia de distancias sea intermedia entre las dos, puede producirse una anulación o un reforzamiento parcial.

En la figura podemos observar la interferencia de ondas electromagnéticas que se genera al tener una superficie reflectora que cambia la dirección de la onda.



*FIGURA 7 INTERFERENCIA DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS*

### 2.2.3 ANTENAS

Una antena es un dispositivo o elemento que tiene la función de un transductor, el cual toma un tipo de energía a la entrada y la transforma en otra forma de energía diferente a la salida, este elemento genera y recoge ondas electromagnéticas. Cuando genera ondas electromagnéticas, convierte señales eléctricas en ondas electromagnéticas y cuando recoge ondas electromagnéticas las transforma en señales eléctricas.

### **2.2.3.1 FUNCIONAMIENTO DE LA ANTENA**

La antena emisora envía una onda electromagnética que será recibida por un conductor eléctrico, el cual es la antena receptora, la misma que funcionará como transductor, pues la inducción de la onda electromagnética en la antena hace que la antena transforme esta onda en una señal eléctrica, para que luego pueda ser interpretada por los usuarios como pueden ser datos, audio o video. Existen antenas de distintos tipos como son:

- Antenas Dipolo.
- Antenas Dipolo Multi-Elemento.
- Antenas Yagi.
- Antenas Panel Plano (Flat Panel).
- Antenas Parabólicas (Plato Parabólico).

### **2.2.3.2 ANTENAS UHF Y MICROONDAS**

Las antenas usadas en UHF están en el rango de 0,3 a 3 GHz y para antenas microondas el rango de frecuencias va de 1 a 100 GHz, estas últimas deben ser muy direccionales es decir concentrar la potencia irradiada en un haz delgado, más que mandarlo por igual en todas las direcciones, la abertura del haz depende del factor ganancia de antena. Un haz más angosto minimiza los efectos de la interferencia debida a fuentes externas y a antenas adyacentes al sistema instalado. Sin embargo, para transmisión por línea de vista, y con haz angosto se impone varias limitaciones, como son estabilidad mecánica y mayor desvanecimiento debido a que el haz que emiten estas antenas en la banda de UHF es más

directivo, lo que puede causar problemas en el alineamiento de la antena.<sup>3</sup>

La energía electromagnética emitida por una antena de microondas no se irradia completamente en la dirección del lóbulo principal, más bien una parte se concentra en los lóbulos laterales, que pueden ser fuentes de interferencia hacia o desde otras trayectorias de señal de microondas.

## **2.2.4 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LAS ANTENAS DE MICROONDAS**

### **2.2.4.1 La eficiencia direccional**

Se define como la relación entre la ganancia máxima en dirección delantera y la ganancia máxima en dirección trasera. La eficiencia direccional de una antena es crítica en el diseño de un sistema de radio, porque las antenas de transmisión y recepción, en las estaciones repetidoras, se ubican con frecuencia opuestas entre sí, en la misma estructura.

### **2.2.4.2 Acoplamiento lado a lado y espalda con espalda**

Normalmente las potencias de salida de transmisión tienen una intensidad de 60 dB o más que las potencias de recepción, es así que las pérdidas por acoplamiento deben ser altas, para evitar que una señal de transmisión de una antena interfiera con la señal de recepción de otra antena.

Las antenas muy direccionales se usan con más frecuencia en los sistemas de microondas de punto a punto. Pues enfocan la energía radioeléctrica en un haz angosto que se pueda dirigir hacia la antena receptora, la antena

---

<sup>3</sup> <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2290/1/CD-3030.pdf>

transmisora puede aumentar varios órdenes de magnitud la potencia efectiva irradiada, en comparación a una antena que no es direccional; de igual forma la antena receptora, puede aumentar la potencia efectiva recibida en una cantidad parecida. El tipo más común de antena de transmisión y recepción de microondas es el reflector parabólico.

#### **2.2.4.3 ANTENA DE REFLECTOR PARABÓLICO**

Las antenas de reflector parabólico proporcionan mayores ganancias y directividad y son muy usadas en los enlaces de comunicaciones por radio y satélite. Una antena parabólica se compone de dos partes principales que son un reflector parabólico y el elemento activo, llamado mecanismo de alimentación. En esencia, el mecanismo de alimentación encierra la antena primaria, que normalmente es un dipolo o una red de dipolos; la antena irradia ondas electromagnéticas hacia el reflector. El reflector es un elemento pasivo, que tan solo refleja la energía que le llega del mecanismo de alimentación, esta reflexión produce una emisión muy concentrada y muy direccional de energía, en la que todas las ondas individuales están en fase entre sí y por consiguiente, un frente de onda en fase.

#### **2.2.5 MECANISMOS ALIMENTADORES**

El mecanismo de alimentación en una antena parabólica, es el elemento que irradia la energía electromagnética, y por eso se llama antena primaria. Este mecanismo de alimentación es de importancia básica, porque su función es irradiar la energía hacia el reflector parabólico, en lo posible se debe evitar el efecto de sombra. En la práctica es imposible

lograrlo, aunque con un buen diseño se puede lograr que la mayor parte de la energía se pueda irradiar en la dirección adecuada; y, se puede reducir la sombra al mínimo. Hay tres tipos principales de antenas: alimentación central, alimentación cónica, y alimentación Cassegrain.

#### **2.2.5.1 ALIMENTACIÓN CENTRAL**

Como se puede ver en la figura el reflector paraboloide alimentado en el centro con un reflector esférico adicional en el cual la antena primaria se coloca en el foco, irradiando la energía hacia el reflector lo cual genera una reflexión hacia afuera, en forma de un haz concentrado. Sin embargo, la energía que no refleja el paraboloide se reparte en todas las direcciones, y tiende a perturbar la distribución general de la radiación. El reflector esférico redirige esas emisiones, hacia atrás, al reflector parabólico, donde se vuelven a reflejar en la dirección correcta, aunque el reflector ayuda a concentrar más la energía en la dirección deseada, también puede bloquear algunas de las reflexiones iniciales. En consecuencia, la ventaja lograda se anula en algo debido a su propio efecto de sombra y su eficiencia general solo es un poco mejor que cuando no se agrega el reflector esférico.

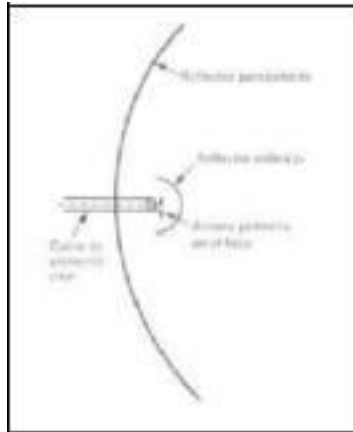


FIGURA 8 ANTENA CON ALIMENTACIÓN CENTRAL

### 2.2.5.2 ALIMENTACIÓN POR BOCINA

Para una alimentación por bocina, la antena primaria es una antena pequeña cónica, y no un dipolo o arreglo de dipolos. La bocina es de un material abocardado (que tiene la boca semejante a la de una trompeta)<sup>20</sup> dirigida hacia el reflector parabólico. Cuando un campo electromagnético que se propaga llega a la boca del cuerno, continúa propagándose en la misma dirección general, pero según el principio de Huygens, el campo se reparte en dirección lateral y al final, formando un frente de onda esférico. La estructura cónica puede tener varias formas diferentes: sectorial, piramidal o cónica.

Como en la alimentación central, una alimentación cónica representa cierta obstrucción a las ondas que se reflejan del plato parabólico.



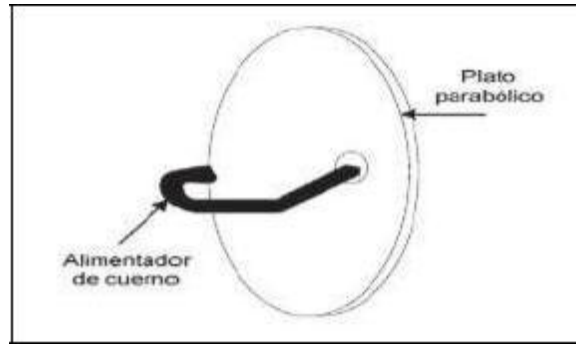


FIGURA 9 ANTENA CON ALIMENTACIÓN POR BOCINA

### 2.2.5.3 ALIMENTACIÓN DE CASSEGRAIN

Esta alimentación se deriva de los telescopios astronómicos ópticos, la forma geométrica de este reflector se muestra en la figura. La fuente de radiación primaria está atrás de una pequeña abertura en el vértice del paraboloide, y no en el foco. La antena primaria se apunta hacia un pequeño reflector secundario llamado (subreflector Cassegrain) que está en el vértice. Los rayos emitidos por la antena primaria se reflejan en el subreflector y a continuación iluminan el reflector parabólico principal, como si se hubieran originado en el foco. Los rayos son colimados por el reflector parabólico de la misma forma que los mecanismos de alimentación central y por bocina. El subreflector debe tener curvatura hiperbólica para reflejar los rayos de la antena primaria en tal forma que funcione como una fuente virtual en el foco del paraboloide.

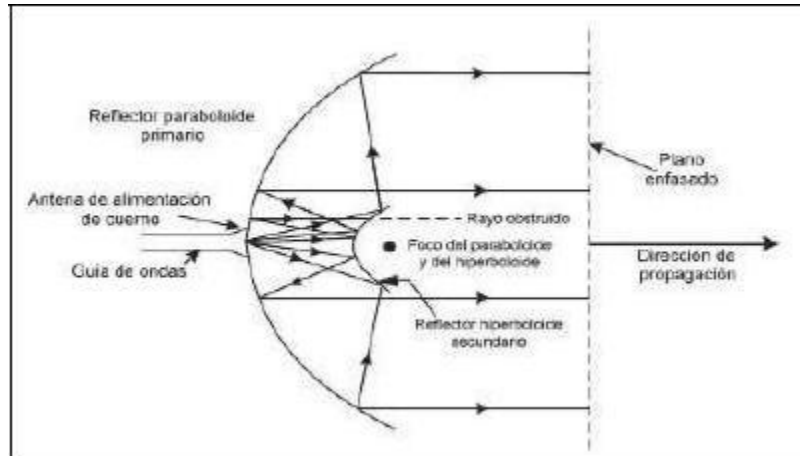


FIGURA 10 ANTENA CON ALIMENTACIÓN CASSEGRAIN

### 2.2.6 GANANCIA DIRECTIVA Y GANANCIA DE POTENCIA

Los términos ganancia directiva y ganancia de potencia son términos que tienden a ser mal entendidos con frecuencia. La ganancia directiva es la relación de la densidad de potencia irradiada en una dirección particular con respecto a la densidad de potencia irradiada al mismo punto por una antena de referencia que normalmente se la toma respecto a una antena isotrópica, suponiendo que ambas antenas estén irradiando la misma cantidad de potencia. La gráfica de densidad de potencia de radiación para una antena en realidad es una gráfica de ganancia directiva. La ganancia directiva máxima se llama directividad. La ganancia de potencia es lo mismo que la ganancia directiva, excepto que se usa la potencia total alimentada a la antena; es decir, se toma en cuenta la eficiencia de la antena. Se supone que la antena dada y la de referencia tienen la misma potencia de entrada y que la antena de referencia no tiene pérdidas.

### **2.2.7 POTENCIA ISOTRÓPICA EFECTIVA IRRADIADA**

La EIRP es una potencia equivalente que debería irradiar una antena isotrópica para igualar la misma densidad de potencia que otra antena en la dirección elegida o en determinado punto, por ejemplo, si determinada antena de transmisión tiene ganancia de potencia de 10, la densidad de potencia a una distancia dada de la antena es 10 veces mayor que la que sería si la antena fuera un radiador isotrópico.

Una antena isotrópica tendría que irradiar 10 veces más potencia para alcanzar la misma densidad de potencia.

Es así que la antena irradia 10 veces más respecto a una antena isotrópica.

### **2.2.8 POLARIZACIÓN DE LA ANTENA**

La polarización de una antena no es más que la orientación del campo eléctrico que se irradia de ella, entre los tipos de polarización tenemos la polarización lineal que puede ser vertical u horizontal.

Si la componente de campo eléctrico de la onda es perpendicular a la Tierra, la onda está polarizada de modo vertical, entonces se dice que una antena ubicada verticalmente produce polarización vertical.

Pero si una onda está horizontalmente polarizada, el campo eléctrico es paralelo a la Tierra, eso significa que la antena está ubicada horizontalmente, produciendo una polarización horizontal.

### **2.2.9 ABERTURA DEL HAZ DE LA ANTENA**

La abertura del haz de una antena es la separación angular entre dos puntos A y B respectivamente considerados de media potencia (-3 dB) en el lóbulo mayor de la gráfica de radiación de una antena que

normalmente se suele tomar en uno de los planos “principales”. Se aprecia el ángulo del haz en la figura, la abertura del haz se llama a veces ancho de haz o ancho de haz de media potencia o ancho de lóbulo.

Además, se puede acotar que la ganancia de la antenna es inversamente proporcional a la abertura del haz mientras más grande es la ganancia de la antenna el ancho del haz se hace más pequeño, dicho enunciado se puede comprobar en las antenas microonda de alta ganancia que tienen un ancho de haz de  $1^\circ$ .

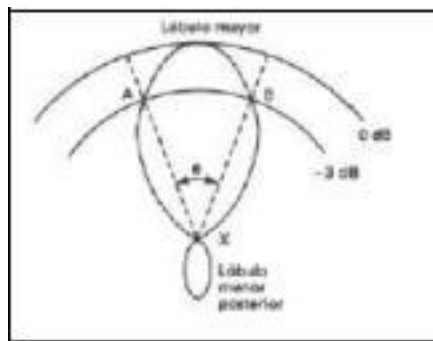


FIGURA 11 ABERTURA DEL HAZ DE LA ANTENA

### 2.2.10 ANCHO DE BANDA DE ANTENA

El ancho de banda de una antena se define como el intervalo de frecuencias dentro del cual el funcionamiento de la antena es “satisfactorio”. Matemáticamente se define como la diferencia entre las frecuencias de media potencia (diferencia entre las frecuencias máxima y mínima de operación respectivamente).

El ancho de banda de una antena parabólica indica la banda de frecuencias para las que está diseñada la antena. Por ejemplo, una antena con un

ancho de banda de 10,9 GHz a 12,8 GHz está diseñada para captar todas las frecuencias comprendidas entre los dos límites citados, lo que implica que tiene un ancho de banda de 1,9 GHz a partir de 10,9 GHz<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup><http://fralbe.com/2009/06/05/antenas-parabólicas-ancho-de-banda-relación-senal-a-ruido-factor-depotencia/>

### 3 CAPITULO III: METODOLOGÍA EMPLEADA

El sistema de telemetría para el monitoreo de nivel del canal norte entre las estaciones Cayetano, Amotape y presa Sullana del proyecto especial chira Piura consta de las siguientes etapas.

#### 3.1 PROYECTO DE RADIOENLACES

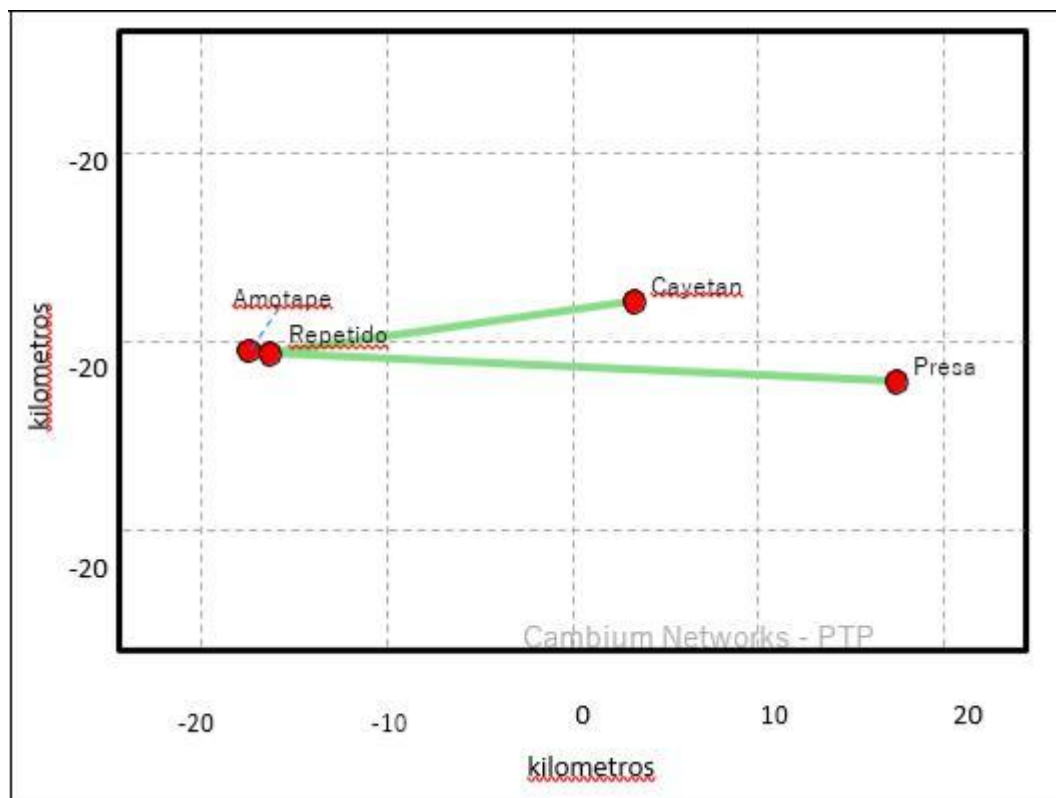


FIGURA 12 PROYECTO RADIOENLACES

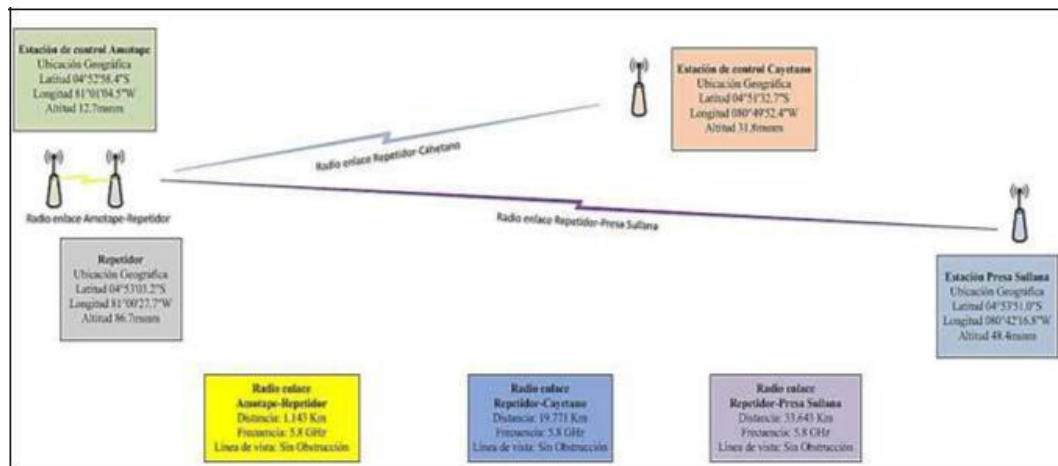


FIGURA 13 DISTRIBUCIÓN DE RADIOENLACES

### 3.1.1 De Amotape a Repetidor

En el radioenlace Amotape – Repetidor se comunican las estaciones ubicadas en el centro poblado Amotape con la estación de Repetición ubicada a 1.143 km de distancia en las laderas del cerro adyacente a Amotape.

En Amotape se hará uso de una torre ventada de 24 m. la cual se instalará sobre la estructura del centro de control ya existente, mientras que en el Repetidor se hará uso de una torre ventada de 30 m. la cual se colocará sobre las laderas del cerro ubicado en la Longitud 04:53:03.2S, latitud 081:00:27.7W. La torre ubicada en repetidor contará con estrella anti rotor, la cual mejora la estabilidad ante fuertes vientos.

Ambas torres contarán con pararrayos y pozos a tierra de comunicaciones y de pararrayos.

Resumen

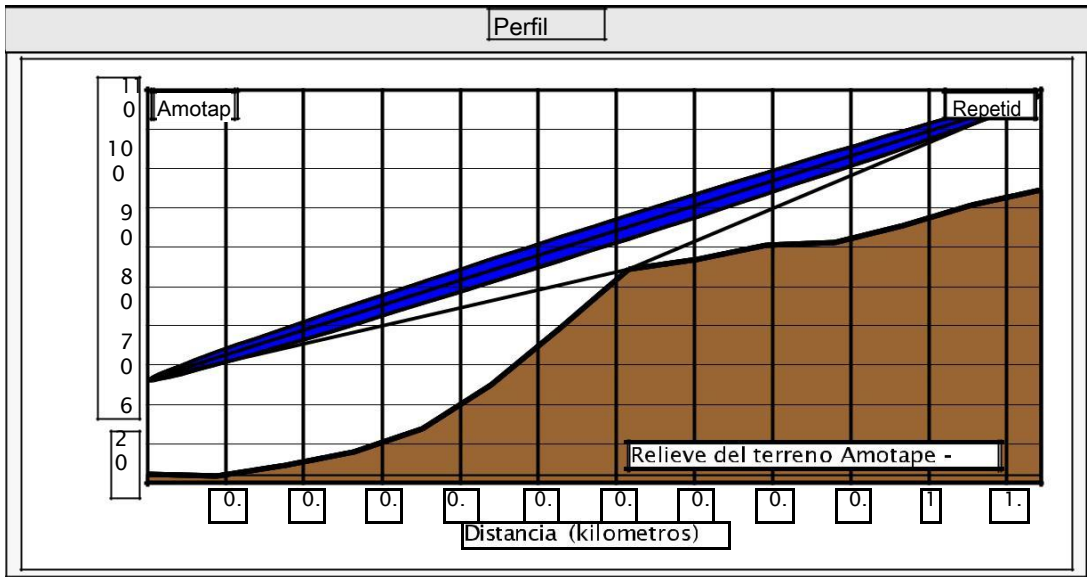


FIGURA 14 RELIEVE DEL TERRENO AMOTAPE-REPETIDOR



En el radioenlace de Repetidor – Cayetano se comunican las estaciones ubicadas en las laderas del cerro aledaño a Amotape y la estación Cayetano, ubicado a 19.78 km con las coordenadas 04:51:32.7S 080:49:52.4W.

Como ya se dijo anteriormente la torre utilizada para la estación repetidora estará acondicionada con estrella anti rotor, la cual servirá de protección ante el viento, sus respectivos pozos a tierra de pararrayos y telecomunicaciones, su cerco eléctrico y sistema de video vigilancia. Mientras que en Cayetano la antena será ubicada sobre la estructura de control ya existente y al igual que la torre del Repetidor contará con sus pozos a tierra de dicha estructura y telecomunicaciones y su respectivo pararrayos.

[illegible]

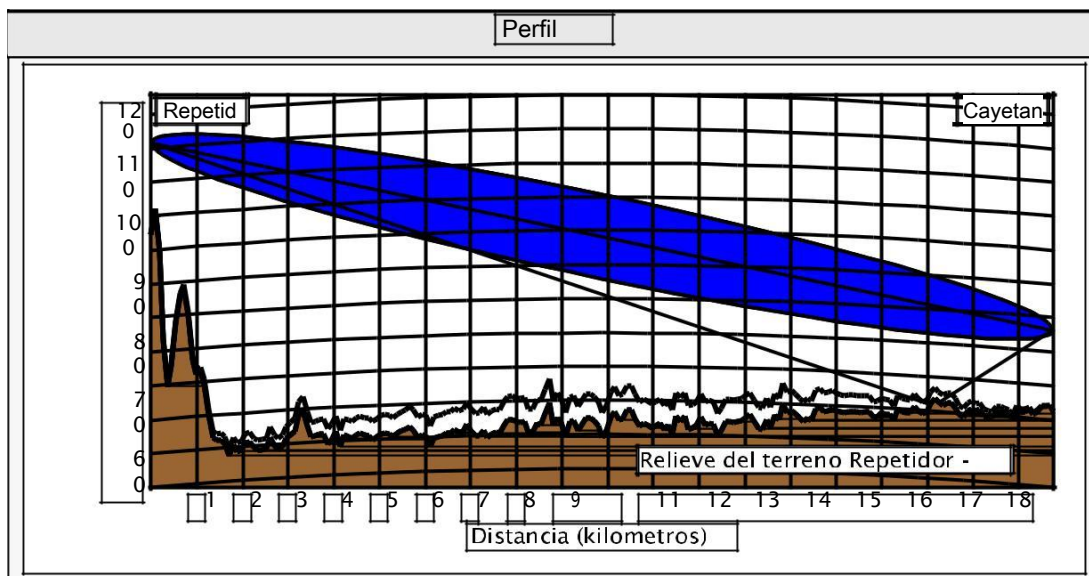


FIGURA 15 RELIEVE DEL TERRENO REPETIDOR-CAYETANO

### 3.1.3 De Repetidor a Presa Sullana

En el radioenlace de Repetidor - Presa Sullana se comunica la estación ubicada en la ladera del cerro aledaño a Amotape y la estación Presa Sullana, ubicada a 33.64 km con las coordenadas 04:53:51.0S 080:42:16.8W.

Para la comunicación con Presa Sullana se hará uso de la torre existente en Presa Sullana, a la cual se le hará un previo mantenimiento y se le implementaran mejoras en cuanto a su sistema de protección contra tormentas.

[illegible]

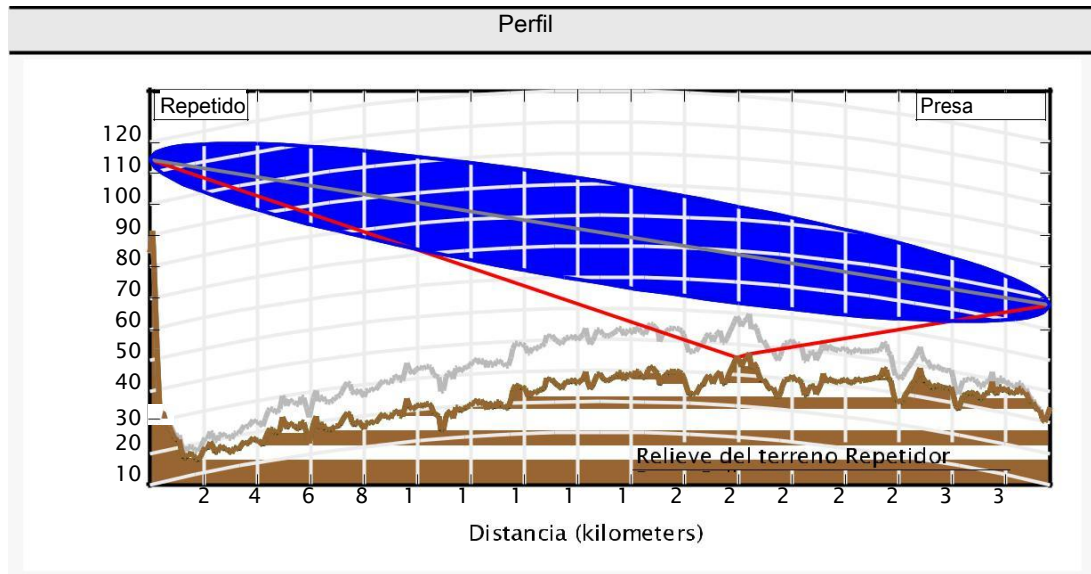


FIGURA 16 RELIEVE DEL TERRENO REPETIDOR-PRESA

### 3.1.4 Estación Presa Sullana.

#### 3.1.4.1 Sala de equipos y Monitoreo.

Debido a que en Presa Sullana se encuentra el centro de operaciones del presente proyecto que tiene implicados a los puntos de control Cayetano y Amotape es que se hace necesaria la implementación de una estación de monitoreo y gestión de los procesos ejecutados en los puntos de control antes mencionados.

En esta estación de monitoreo se considerarán equipos de última generación para el tratamiento y gestión de datos obtenidos en los puntos de control Cayetano y Amotape tales como:

1. 01 Switch Gigabit 24 puertos

2. 01 Switch Industrial 24 puertos
3. 01 Grabador de red NVR de 8 canales
4. 01 Gabinete de piso 44RU.
5. 01 Panel de Conexiones de 48 puertos.
6. 02 Unidades de ventilación.
7. 01 Ordenador de cables.
8. 01 Bandeja de alimentación.
9. 01 Escritorio.
10. 01 Silla.
11. 01 Impresora de Red.
12. 01 Computador.
13. 02 Televisores LED 42"
14. 01 Red de Datos.
15. Estabilizador UPS 3000 V-A.

#### **3.1.4.2 Equipos de Telecomunicaciones.**

Para la estación de Presa Sullana se está considerando la repotenciación de los equipos de telecomunicaciones con la finalidad de obtener un mejor desempeño de los equipos instalados y asegurar al máximo la confiabilidad del sistema las 24 horas durante todo el año.

Ya que se cuenta con un sistema de aterramiento en Presa Sullana se harán las modificaciones necesarias para la conexión de los equipos a este sistema de aterramiento ya existente.

1. Equipo de radio  
comunicaciones Potencia: 1W.  
Frecuencia: 5.8GHz.  
Polarización dual.
2. Antena Polarización  
dual. Frecuencia:  
5.8GHz. Ganancia:  
34 DBi.
3. Cables Stp Cat5e
4. Protectores de Línea.
5. Radome
6. Pigtail
7. Instalación de Pararrayos.
8. Instalación de luz de Balizaje.
9. Mantenimiento de torre.
10. Instalaciones eléctricas

### **3.1.5 Estación Cayetano**

En la estación Cayetano, ubicado a 19.78 km con las coordenadas 04:51:32.7S 080:49:52.4W se implementará toda una red industrial para el tratamiento de datos obtenidos en las mediciones en este mismo punto y el punto cercano "Canal Sur", en el cual también se implementará una mini

red de tratamiento de datos que se comunicará con estación Cayetano mediante un radioenlace.

#### **3.1.5.1 Red de Sistema**

En la estación Cayetano se implementarán dispositivos de registro y transmisión de datos para el monitoreo de canales, para lo cual se hará uso de:

1. 01 PLC
2. 03 Módulos RS485
3. 03 Convertidor HART-RS485 (hrt2modbus)
4. 03 Sensores ultrasónicos
5. 01 HMI

#### **3.1.5.2 Energía**

Debido a que en estación Cayetano no se cuenta con energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos antes mencionados es que se hace necesario la implementación de 02 módulos solares, los cuales se detallan a continuación:

Sistema de energía híbrido autosostenible “Cayetano”

1. 04 Paneles Solares de 140 W/12 V

Captan la energía del sol y la convierten en corriente eléctrica que envían a la batería (para su recarga) por intermedio del controlador.

2. 04 Baterías de 12 V, 150 AH

Tiene como función almacenar la carga proporcionada por los paneles solares.

3. 01 Regulador de 24 V, 60 A

Su misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas en la batería. Este elemento no requiere formalmente de mantenimiento, pero la permanente observación de su estado puede ayudar a evitar problemas mayores.

4. 01 Generador Eólico 750 W

5. 01 Controlador de Turbina 24 V

6. 01 convertidor de voltaje de 24 - 220V AC de 2000 W

7. Soporte para 04 paneles Solares

8. 01 Gabinete para baterías.

9. 02 Cámaras

10. 01 Reflector de 30 W LED

11. Accesorios

### **3.1.5.3 Modulo Solar 02 “Canal Sur”**

1. 01 Paneles Solares de 140 W/12 V

Captan la energía del sol y la convierten en corriente eléctrica que envían a la batería (para su recarga) por intermedio del controlador.

2. 01 Baterías de 12 V, 150 AH

Tiene como función almacenar la carga proporcionada por los paneles solares.

3. 01 Regulador de 12 V, 30 A

Su misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas en la batería. Este elemento no requiere formalmente de mantenimiento, pero la permanente observación de su estado puede ayudar a evitar problemas mayores.

4. 01 convertidor de voltaje de 12 - 220V AC de 1000 W
5. Soporte para 01 panel Solar
6. 01 Gabinete para baterías.
7. 01 Reflector de 30 W LED
8. 01 Cámara
9. Accesorios

#### **3.1.5.4 Redes**

Para la intercomunicación de los puntos de monitoreo “Cayetano” y “Canal Sur” se harán uso de dispositivos de red de buen desempeño, los cuales aseguran una buena conectividad siempre.

A continuación, se muestran los equipos a utilizar en la implementación de redes en este punto de monitoreo:

1. 01 Switch Poe Gigabit 24 puertos
2. 01 Switch Poe Gigabit 8 Puertos
3. 01 Kit de instalación de radioenlace “Cayetano - Repetidor” (Mayor a 15Km)
4. 01 Kit de instalación de radioenlace “Cayetano - Canal Sur” (Menor a 1 Km)
5. 01 Gabinete 24 RU - equipado



### 3.1.5.5 Torre de Comunicaciones

Según los cálculos realizados para el enlace es necesaria una torre ventada de 24m, siendo necesarios 8 tramos de 3m cada uno.

El diseño de la torre ventada que cumpla los estándares de construcción y seguridad que se requiere debe tener: Características de cada tramo:

- Altura: 3 metros
- Sección: triangular
- Distancia entre centros: 30cm.
- Número de pasos por tramo: 7 pasos
- Unión entre tramos: mediante 6 pernos galvanizados de 5/8"x2 1/2", grado 5 (ASTM A325)
- Material base: acero ASTM A36
- Acabado: galvanizado en caliente ASTM A 123, 550 gr/m2

#### Materiales para torre de 24m

- Una (01) Base galvanizada de Torre ventada
- Tres (03) Zapatas de Anclaje
- Una (01) Zapata de Base
- Tres (03) Anclajes
- Un (01) Tramo Base Galvanizado de torre ventada de 30cm\*30cm\*3m
- Siete (07) Tramos galvanizados de torre ventada de 30cm\*30cm\*3m
- Doce (12) Templadores ojo-gancho 1/2 x 10"

- Doce (12) Grilletes de 1/2"
- Doce (12) Grilletes de 5/8"
- Tres (03) Rollos de cable trenzado acerado de 1/4" 1X7 (300m)
- Accesorios

### **3.1.5.6 Pozo a tierra de Telecomunicaciones**

Este subsistema tiene el objetivo de brindar protección a las personas y los equipos, evitando que descargas indeseadas lleguen hasta los mismos. Los sistemas de protección eléctrica constan de los siguientes elementos:

Pozo de puesta a tierra: Los pozos se rellenan con materiales especiales que disminuyen la resistencia a tierra y crean una vía de “fácil acceso” para las descargas ambientales u otro tipo de corrientes no deseadas que puedan afectar a los equipos.

Para el pozo a tierra de protección de equipos de telecomunicaciones el valor de resistencia no debe exceder los  $5\Omega$  y debe certificarse con protocolo de pruebas firmado por un ingeniero colegiado de la especialidad. Construcción de pozo a tierra:

#### **1° Excavación:**

La excavación se realizará de manera manual, una vez que se llegue a la cota indicada en croquis (3mt) se procederá con el relleno y compactará completamente.

#### **2° Preparación de mezcla y relleno de pozo:**

La mezcla estará conformada por los siguientes compuestos, los mismos que participarán en las proporciones indicadas en el plano de construcción.

Materiales:

- Cinco (05) Dosis Química
- Dos (02) m3 Tierra de cultivo
- Cinco (05) saco de sal
- Dos (02) m3 Agua
- Una (01) Caja de registro de concreto para puesta a tierra
- Una (01) Varilla de Cobre Electrolítico 3/4" X 2.4m
- Un (01) Conector cable tipo AB
- Accesorios

### **3.1.5.7 Protección contra tormentas**

Para asegurar una protección adecuada en caso de caída de rayos

debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Construcción de pozo a tierra.
- Aterramiento de torre.
- Instalación de pararrayos.

#### ***3.1.5.7.1 Construcción De Pozo A Tierra De Protección Contra Tormentas***

El pozo a tierra es fundamental, es por ello que debe ser construido con materiales de alta calidad que garanticen el tiempo de vida útil del sistema además de garantizar el correcto funcionamiento del pozo que es conducir las descargas eléctricas hacia la tierra. Para el pozo a tierra de protección contra tormentas se debe contar con un pozo cuyo valor de resistencia no exceda los  $25\Omega$  y debe certificarse con un protocolo de pruebas de medición emitido por un ingeniero colegiado de la especialidad.

#### **1° Excavación:**

La excavación se realizará de manera manual, una vez que se llegue a 3 metros se procederá con el relleno y la compactación.

### **2° Preparación de mezcla y relleno de pozo:**

La mezcla estará conformada por los siguientes compuestos, los mismos que participarán en las proporciones indicadas en el croquis:

- Dosis Química      20%
- Sal mineral      10%
- Tierra de cultivo      70%

### **Materiales**

- Dos (02) Dosis Química
- Un (01) m3 Tierra de cultivo
- Un (01) saco de sal
- Dos (02) m3 Agua
- Una (01) Caja de registro de concreto p/puesta a tierra
- Una (01) Varilla d/Cobre Electrolítico 1/2" X 2.4m
- Un (01) Conector de cobre tipo AB
- Accesorios

Los materiales descritos anteriormente se utilizarán para que el pozo a tierra este habilitado para la conexión directa con el pararrayos, este pozo también será usado para el aterramiento de la torre que se describen a continuación.

### **3.1.5.8 Aterramiento de Torre**

El proceso de aterramiento de la torre ventada consiste en conectar la estructura al pozo a tierra destinado para tal fin. Materiales:

- Doce (12) Metros de Cable THW90 - AWG.
- Tres (03) Tubos de PVC de 3/4" x3mt.
- Dos (02) Curvas de 3/4" PVC
- Accesorios

### **3.1.5.9 Instalación de Pararrayos**

La finalidad del sistema pararrayos es interceptar las descargas de los rayos en la estructura mediante un sistema de captura. Conducir con seguridad la corriente de los rayos a tierra mediante conductores de bajada. Dispersar la corriente de los rayos en tierra mediante instalaciones de un sistema de puesta a tierra.

#### **Materiales**

- Un (01) Pararrayos Tetra puntal tipo Franklin.
- Un (01) Aislador de Pararrayos 12KV P/Tetra puntal.
- 30 (30m) Cable de cobre desnudo 16mm<sup>2</sup> temple blando.
- Dos (02) Tubos de PVC de 3/4" x3mt.
- Dos (02) Curvas de 3/4" PVC.
- Un (01) Mástil de Pararrayos.
- Ocho (08) Aisladores y soportes para cable desnudo.
- Accesorios

### **3.1.5.10 Luz de Balizaje**

#### **Materiales**

- Una (01) Luz de balizaje simple 60w rojo.
- Una (01) Lámpara foco incandescente 60w.
- Cincuenta (50m) Cable vulcanizado 3x14awg. 600vca servicio liviano.
- Un (01) Temporizador dig.cseg/seg/min/hrs. ascend/descend.
- Accesorios.

### **3.1.6 Estación Amotape**

#### **3.1.6.1 Red de Sistema**

En la estación Amotape se implementarán dispositivos de registro y transmisión de datos para el monitoreo de canales, para lo cual se hará uso de:

1. 01 PLC
2. 01 Módulos RS485
3. 02 Convertidor HART-RS485 (hrt2modbus)
4. 02 Sensores ultrasónicos
5. 01 HMI

#### **3.1.6.2 Energía**

Debido a que en estación Amotape no se cuenta con energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos antes mencionados es que

se hace necesario la implementación de 02 módulos solares, los cuales se detallan a continuación:

Sistema de energía híbrido autosostenible “Amotape”

1. 04 Paneles Solares de 120 W

Captan la energía del sol y la convierten en corriente eléctrica que envían a la batería (para su recarga) por intermedio del controlador.

2. 04 Baterías de 12 V, 150 AH

Tiene como función almacenar la carga proporcionada por los paneles solares.

3. 01 Regulador de 12 V, 30 A

Su misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas en la batería. Este elemento no requiere formalmente de mantenimiento, pero la permanente observación de su estado puede ayudar a evitar problemas mayores.

4. 01 convertidor de voltaje de 12 - 220V AC de 1000 W

5. Soporte para 04 paneles Solares

6. 01 Gabinete para baterías.

7. 02 Cámaras varifocales

8. 01 Reflector de 30 W LED

9. Accesorios

### 3.1.6.3 Redes

Para la intercomunicación de los puntos de monitoreo “Amotape” y “Repetidor” se harán uso de dispositivos de red de buen desempeño, los cuales aseguran una buena conectividad siempre.

A continuación, se muestran los equipos a utilizar en la implementación de redes en este punto de monitoreo:

1. 01 Switch Poe Gigabit 24 puertos
2. 01 Kit de instalación de radioenlace “Amotape - Repetidor”
3. 01 Gabinete 12 RU – equipado

### 3.1.6.4 Torre de Comunicaciones

Según los cálculos realizados para el enlace es necesaria una torre ventada de 24m, siendo necesarios 8 tramos de 3m cada uno.

El diseño de la torre ventada que cumpla los estándares de construcción y seguridad que se requiere debe tener: Características de cada tramo:

- Altura: 3 metros
- Sección: triangular
- Distancia entre centros: 30cm.
- Número de pasos por tramo: 7 pasos
- Unión entre tramos: mediante 6 pernos galvanizados de 5/8"x2 1/2", grado 5 (ASTM A325)
- Material base: acero ASTM A36
- Acabado: galvanizado en caliente ASTM A 123, 550 gr/m2

Materiales para torre de 24m



- Una (01) Base galvanizada de Torre ventada
- Tres (03) Zapatas de Anclaje
- Una (01) Zapata de Base
- Tres (03) Anclajes
- Un (01) Tramo Base Galvanizado de torre ventada de 30cm\*30cm\*3m
- Siete (07) Tramos galvanizados de torre ventada de 30cm\*30cm\*3m
- Doce (12) Templadores ojo-gancho 1/2 x 10"
- Doce (12) Grilletes de 1/2"
- Doce (12) Grilletes de 5/8"
- Tres (03) Rollos de cable trenzado acerado de 1/4" 1X7 (300m)
- Accesorios

#### **3.1.6.5 Pozo a Tierra Telecomunicaciones**

Este subsistema tiene el objetivo de brindar protección a las personas y los equipos, evitando que descargas indeseadas lleguen hasta los mismos. Los sistemas de protección eléctrica constan de los siguientes elementos:

Pozo de puesta a tierra: Los pozos se rellenan con materiales especiales que disminuyen la resistencia a tierra y crean una vía de “fácil acceso” para las descargas ambientales u otro tipo de corrientes no deseadas que puedan afectar a los equipos.

Para el pozo a tierra de protección de equipos de telecomunicaciones el valor de resistencia no debe exceder los  $5\Omega$  y debe certificarse con protocolo de pruebas firmado por un ingeniero colegiado de la especialidad.

**3.1.6.6 Construcción de pozo a tierra:****1° Excavación:**

La excavación se realizará de manera manual, una vez que se llegue a la cota indicada en croquis (3mt) se procederá con el relleno y compactará completamente.

**2° Preparación de mezcla y relleno de pozo:**

La mezcla estará conformada por los siguientes compuestos, los mismos que participarán en las proporciones indicadas en el plano de construcción. Materiales

- Cinco (05) Dosis Química
- Dos (02) m3 Tierra de cultivo
- Cinco (05) saco de sal
- Dos (02) m3 Agua
- Una (01) Caja de registro de concreto para puesta a tierra
- Una (01) Varilla de Cobre Electrolítico 3/4" X 2.4m
- Un (01) Conector cable tipo AB
- Accesorios

**3.1.6.7 Protección contra Tormentas**

Para asegurar una protección adecuada en caso de caída de rayos debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Construcción de pozo a tierra.
- Aterramiento de torre.
- Instalación de pararrayos.

### Construcción De Pozo A Tierra De Protección Contra Tormentas

El pozo a tierra es fundamental, es por ello que debe ser construido con materiales de alta calidad que garanticen el tiempo de vida útil del sistema además de garantizar el correcto funcionamiento del pozo que es conducir las descargas eléctricas hacia la tierra. Para el pozo a tierra de protección contra tormentas se debe contar con un pozo cuyo valor de resistencia no exceda los  $25\Omega$  y debe certificarse con un protocolo de pruebas de medición emitido por un ingeniero colegiado de la especialidad.

#### **1° Excavación:**

La excavación se realizará de manera manual, una vez que se llegue a 3 metros se procederá con el relleno y la compactación.

#### **2° Preparación de mezcla y relleno de pozo:**

La mezcla estará conformada por los siguientes compuestos, los mismos que participarán en las proporciones indicadas en el croquis:

- Dosis Química      20%
- Sal mineral      10%
- Tierra de cultivo      70%

#### **Materiales**

- Dos (02) Dosis Química
- Un (01) m<sup>3</sup> Tierra de cultivo
- Un (01) saco de sal
- Dos (02) m<sup>3</sup> Agua
- Una (01) Caja de registro de concreto p/puesta a tierra

- Una (01) Varilla d/Cobre Electrolítico 1/2" X 2.4m
- Un (01) Conector de cobre tipo AB
- Accesorios

Los materiales descritos anteriormente se utilizarán para que el pozo a tierra este habilitado para la conexión directa con el pararrayos, este pozo también sea usado para el aterramiento de la torre que se describen a continuación.

#### **3.1.6.8 Aterramiento de torre**

El proceso de aterramiento de la torre ventada consiste en conectar la estructura al pozo a tierra destinado para tal fin.

- Doce (12) Metros de Cable THW90 - AWG.
- Tres (03) Tubos de PVC de 3/4" x3mt.
- Dos (02) Curvas de 3/4" PVC
- Accesorios

#### **3.1.6.9 Instalación de Pararrayos**

La finalidad del sistema pararrayos es interceptar las descargas de los rayos en la estructura mediante un sistema de captura. Conducir con seguridad la corriente de los rayos a tierra mediante conductores de bajada. Dispersar la corriente de los rayos en tierra mediante instalaciones de un sistema de puesta a tierra.

##### **Materiales**

- Un (01) Pararrayos Tetra puntal tipo Franklin.

- Un (01) Aislador de Pararrayos 12KV P/Tetra puntal.
- 30 (30m) Cable de cobre desnudo 16mm<sup>2</sup> temple blando.
- Dos (02) Tubos de PVC de 3/4" x3mt.
- Dos (02) Curvas de 3/4" PVC.
- Un (01) Mástil de Pararrayos.
- Ocho (08) Aisladores y soportes para cable desnudo.
- Accesorios

### **3.1.6.10 Luz de Balizaje**

#### **Materiales**

- Una (01) Luz de balizaje simple 60w rojo.
- Una (01) Lámpara foco incandescente 60w.
- Cincuenta (50m) Cable vulcanizado 3x14awg. 600vca servicio liviano.
- Un (01) Temporizador dig.cseg/seg/min/hrs. ascend/descend.
- Accesorios.

### **3.1.7 Estación Repetidor**

#### **3.1.7.1 Torre de Comunicaciones**

Según los cálculos realizados para el enlace es necesaria una torre ventada de 30m, siendo necesarios 10 tramos de 3m cada uno.

El diseño de la torre ventada que cumpla los estándares de construcción y seguridad que se requiere debe tener: Características de cada tramo:

- Altura: 3 metros
- Sección: triangular
- Distancia entre centros: 30cm.
- Número de pasos por tramo: 7 pasos
- Unión entre tramos: mediante 6 pernos galvanizados de 5/8"x2 1/2", grado 5 (ASTM A325)
- Material base: acero ASTM A36
- Acabado: galvanizado en caliente ASTM A 123, 550 gr/m2

#### Materiales para torre de 30m

- Una (01) Base galvanizada de Torre ventada
- Tres (03) Zapatas de Anclaje
- Una (01) Zapata de Base
- Tres (03) Anclajes
- Un (01) Estrella anti rotor.
- Un (01) Tramo Base Galvanizado de torre ventada de 30cm\*30cm\*3m
- Nueve (09) Tramos galvanizados de torre ventada de 30cm\*30cm\*3m
- Veintiuno (21) Templadores ojo-gancho 1/2 x 10"
- Dieciocho (18) Grilletes de 1/2"
- Veintiuno (21) Grilletes de 5/8"
- Seis (06) Rollos de cable trenzado acerado de 1/4" 1X7 (600m)
- Accesorios

### 3.1.7.2 Cerco Eléctrico y sistema de seguridad

#### 3.1.7.2.1 Cerco Eléctrico

El cerco eléctrico es una medida de seguridad para repeler cualquier tipo de intromisión de personas ajenas a la empresa. Debe estar constituido por los siguientes elementos.

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANT</u>	<u>UN</u>
<b>Materiales para armado de cerco X metro</b>	<b>12</b>	<b>MT</b>
Aislador interno	32	UN
Aislador templador	16	UN
Abrazadera lineal	4	UN
Alambre galvanizado	60	MT
Poste intermedio	8	UN
<b>Materiales para proyecto cerco eléctrico</b>	<b>1</b>	<b>UN</b>
Poste Templador	4	UN
sensor de flexión	4	UN
Kit de cerco eléctrico perimetral, incluye batería, sirena y letrero	1	UN

#### 3.1.7.2.2 Sistema de seguridad

El sistema de seguridad está conformado por las siguientes barreras de contingencia.

- **Circulinas de seguridad a torre ventada.** \_ Dispositivo metálico que evita el acenso de una persona a través de la torre. Debe ser instalado con un candado que permita el retiro de esta para los mantenimientos del sistema. Se ha considerado la instalación de 2 circulinas en la parte baja e intermedia de la torre.
- **Cámara de seguridad Ip.** \_ Esta cámara será activada automáticamente al retirar la circulina de seguridad indebidamente. Las cámaras ip cuentan con entradas para sensores de presencia, de contacto, etc. Además de entradas de audio. La cámara de seguridad permite la

visualización de la torre asegurando los equipos y mejora el tiempo de respuesta. Se ha considerado instalar una cámara de seguridad en la torre.

- **Instalación de “pseudo equipos” en torre de comunicaciones.**

\_ Son carcasas instaladas en la torre simulando ser equipos originales ya sean cámaras de seguridad o equipos de comunicación.

Equipos y materiales.

02 Circulinas con puntas metálicas.

01 cámara de seguridad IP.

Es necesaria también la construcción de un cerco de seguridad alrededor de la torre el cual será la primera barrera de protección. Las características de este cerco perimétrico están especificadas en el anexo de cerco perimétrico.

### **3.1.7.3 Energía**

Debido a que en la estación Repetidor no se cuenta con energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos de radioenlace y seguridad se hace necesaria la implementación de 01 módulo solar detallado a continuación:

- Tres (04) Paneles solares 120watts.
- Dos (04) baterías de gel 12V, 100AH.
- Un (01) Regulador de carga de 12V 60A.
- Un (01) Convertidor de voltaje 12-220V AC de 1000W



- Un (01) Soporte para 4 paneles solares
- Accesorios

#### **3.1.7.4 Pozo a Tierra Telecomunicaciones**

Este subsistema tiene el objetivo de brindar protección a las personas y los equipos, evitando que descargas indeseadas lleguen hasta los mismos. Los sistemas de protección eléctrica constan de los siguientes elementos:

Pozo de puesta a tierra: Los pozos se rellenan con materiales especiales que disminuyen la resistencia a tierra y crean una vía de “fácil acceso” para las descargas ambientales u otro tipo de corrientes no deseadas que puedan afectar a los equipos.

Para el pozo a tierra de protección de equipos de telecomunicaciones el valor de resistencia no debe exceder los  $5\Omega$  y debe certificarse con protocolo de pruebas firmado por un ingeniero colegiado de la especialidad.

##### ***3.1.7.4.1 Construcción de pozo a tierra:***

###### **1° Excavación:**

La excavación se realizará de manera manual, una vez que se llegue a la cota indicada en croquis (3mt) se procederá con el relleno y compactará completamente.

###### **2° Preparación de mezcla y relleno de pozo:**

La mezcla estará conformada por los siguientes compuestos, los mismos que participarán en las proporciones indicadas en el plano de construcción. Materiales

- Cinco (05) Dosis Química
- Dos (02) m3 Tierra de cultivo
- Cinco (05) saco de sal
- Dos (02) m3 Agua
- Una (01) Caja de registro de concreto para puesta a tierra
- Una (01) Varilla de Cobre Electrolítico 3/4" X 2.4m
- Un (01) Conector cable tipo AB
- Accesorios

### **3.1.7.5 Protección Contra Tormentas**

Para asegurar una protección adecuada en caso de caída de rayos debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Construcción de pozo a tierra.
- Aterramiento de torre.
- Instalación de pararrayos.

#### **Construcción De Pozo A Tierra De Protección Contra Tormentas**

El pozo a tierra es fundamental, es por ello que debe ser construido con materiales de alta calidad que garanticen el tiempo de vida útil del sistema además de garantizar el correcto funcionamiento del pozo que es conducir las descargas eléctricas hacia la tierra. Para el pozo a tierra de protección contra tormentas se debe contar con un pozo cuyo valor de resistencia no exceda los  $25\Omega$  y debe certificarse con un protocolo de pruebas de medición emitido por un ingeniero colegiado de la especialidad.

**1° Excavación:**

La excavación se realizará de manera manual, una vez que se llegue a 3 metros se procederá con el relleno y la compactación.

**2° Preparación de mezcla y relleno de pozo:**

La mezcla estará conformada por los siguientes compuestos, los mismos que participarán en las proporciones indicadas en el croquis:

- Dosis Química      20%
- Sal mineral      10%
- Tierra de cultivo      70%

**Materiales**

- Dos (02) Dosis Química
- Un (01) m3 Tierra de cultivo
- Un (01) saco de sal
- Dos (02) m3 Agua
- Una (01) Caja de registro de concreto p/puesta a tierra
- Una (01) Varilla d/Cobre Electrolítico 1/2" X 2.4m
- Un (01) Conector de cobre tipo AB
- Accesorios

Los materiales descritos anteriormente se utilizarán para que el pozo a tierra este habilitado para la conexión directa con el pararrayos, este pozo

también sea usado para el aterramiento de la torre que se describen a continuación.

### **3.1.7.6 Aterramiento de torre**

El proceso de aterramiento de la torre ventada consiste en conectar la estructura al pozo a tierra destinado para tal fin.

- Doce (12) Metros de Cable THW90 - AWG.
- Tres (03) Tubos de PVC de 3/4" x3mt.
- Dos (02) Curvas de 3/4" PVC
- Accesorios

### **3.1.7.7 Instalación de Pararrayos**

La finalidad del sistema pararrayos es interceptar las descargas de los rayos en la estructura mediante un sistema de captura. Conducir con seguridad la corriente de los rayos a tierra mediante conductores de bajada. Dispersar la corriente de los rayos en tierra mediante instalaciones de un sistema de puesta a tierra.

#### **Materiales**

- Un (01) Pararrayos Tetra puntal tipo Franklin.
- Un (01) Aislador de Pararrayos 12KV P/Tetra puntal.
- 30 (30m) Cable de cobre desnudo 16mm<sup>2</sup> temple blando.
- Dos (02) Tubos de PVC de 3/4" x3mt.
- Dos (02) Curvas de 3/4" PVC.
- Un (01) Mástil de Pararrayos.
- Ocho (08) Aisladores y soportes para cable desnudo.

- Accesorios

### **3.1.7.8 Luz de Balizaje**

#### **Materiales**

- Una (01) Luz de balizaje simple 60w rojo.
- Una (01) Lámpara foco incandescente 60w.
- Cincuenta (50m) Cable vulcanizado 3x14awg. 600vca servicio liviano.
- Un (01) Temporizador dig.cseg/seg/min/hrs. ascend/descend.
- Accesorios.

## 4 CAPITULO IV: RESULTADOS OBTENIDOS

### 4.1 Estudios previos de Ingeniería

Estudios de Ingeniería, diseño y valorización del Proyecto. S/.8500.00

#### 4.1.1 Estación Presa Sullana

PARTIDA	DESCRIPCION	PARCIALES
	<b>MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACION EN PRESA</b>	<b>S/.</b>
<b>1.0.0.0.0</b>	<b>DERIVADORA SULLANA</b>	<b>112,024.72</b>
		<b>S/.</b>
<b>1.1.0.0.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>2,603.15</b>
		<b>S/.</b>
<b>1.2.0.0.0</b>	<b>INSTALACIONES PREVIAS</b>	<b>15,521.00</b>
		<b>S/.</b>
<b>1.3.0.0.0</b>	<b>RADIO ENLACE</b>	<b>36,162.50</b>
		<b>S/.</b>
<b>1.4.0.0.0</b>	<b>DATACENTER</b>	<b>47,673.07</b>
		<b>S/.</b>
<b>1.5.0.0.0</b>	<b>CONFIGURACION DE EQUIPOS DE DATACENTER</b>	<b>10,065.00</b>

#### 4.1.2 Estación Cayetano

		<b>S/.</b>
<b>2.0.0.0.0</b>	<b>IMPLEMENTACIONES EN ESTACION CAYETANO</b>	<b>130,398.26</b>
		<b>S/.</b>
<b>2.1.0.0.0</b>	<b>RED DEL SISTEMA</b>	<b>25,922.78</b>
		<b>S/.</b>
<b>2.2.0.0.0</b>	<b>ENERGIA Y CÁMARAS</b>	<b>48,301.34</b>
		<b>S/.</b>
<b>2.3.0.0.0</b>	<b>REDES</b>	<b>47,132.14</b>
		<b>S/.</b>
<b>2.4.0.0.0</b>	<b>TORRE DE COMUNICACIONES</b>	<b>4,653.00</b>
		<b>S/.</b>
<b>2.5.0.0.0</b>	<b>POZO A TIERRA DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>1,694.00</b>
		<b>S/.</b>
<b>2.6.0.0.0</b>	<b>PROTECCION CONTRA TORMENTAS</b>	<b>2,695.00</b>

### 4.1.3 Estación Amotape

<b>3.0.0.0.0 IMPLEMENTACIONES EN ESTACION AMOTAPE</b>		S/.
		92,584.69
3.1.0.0.0	RED DEL SISTEMA	S/.
		19,588.98
3.2.0.0.0	ENERGIA	S/.
		27,512.47
3.3.0.0.0	REDES	S/.
		36,474.24
3.4.0.0.0	TORRE DE COMUNICACIONES	S/.
		4,653.00
3.5.0.0.0	POZO A TIERRA DE TELECOMUNICACIONES	S/.
		1,694.00
3.6.0.0.0	PROTECCION CONTRA TORMENTAS	S/.
		2,662.00

### 4.1.4 Estación Repetidor

<b>4.0.0.0.0 IMPLEMENTACIONES EN REPETIDOR</b>		S/.
		59229.63
4.1.0.0.0	TORRE DE COMUNICACIONES	S/.
		4,653.00
4.2.0.0.0	CERCO ELECTRICO DE PERIMETRO DE TORRE	S/.
		2,288.00
4.3.0.0.0	SISTEMA DE SEGURIDAD EN TORRE	S/.
		3,036.00
4.4.0.0.0	ENERGIA	S/.
		24,403.50
4.5.0.0.0	POZO A TIERRA DE TELECOMUNICACIONES	S/.
		1,694.00
4.6.0.0.0	PROTECCION CONTRA TORMENTAS	S/.
		2,662.00
4.7.0.0.0	CERCO PERIMETRICO	S/.
		20493.13

### 4.2 Gastos generales.

<b>5.0.0.0.0 GASTOS GENERALES</b>		S/.
		39,207.52

5.1.0.0.0	<b>RESIDENCIA</b>	<b>S/. 29,405.64</b>
5.1.1.0.0	Supervisor	S/. 17,643.38
5.1.2.0.0	Residente	S/. 11,762.26
5.2.0.0.0	<b>LOGÍSTICA</b>	<b>S/. 5,881.13</b>
5.2.1.0.0	Gastos de Movilización y llamadas	S/. 5,881.13
5.3.0.0.0	<b>Gastos Administrativos</b>	<b>S/. 3,920.75</b>
5.3.1.0.0	Gastos generales del Proyecto	S/. 3,920.75

### 4.3 Resumen de Estaciones remotas

#### 4.3.1 Ubicación

El proyecto está conformado por 3 estaciones de control, y un repetidor, las cuales se encuentran en los siguientes puntos:

Presa Sullana : 04:53:51.0S 080:42:16.8W

Cayetano : 04:51:32.7S 080:49:52.4W

Repetidor : 04:53:03.2S 081:00:27.7W

Amotape : 04:52:58.4S 081:01:04.5W



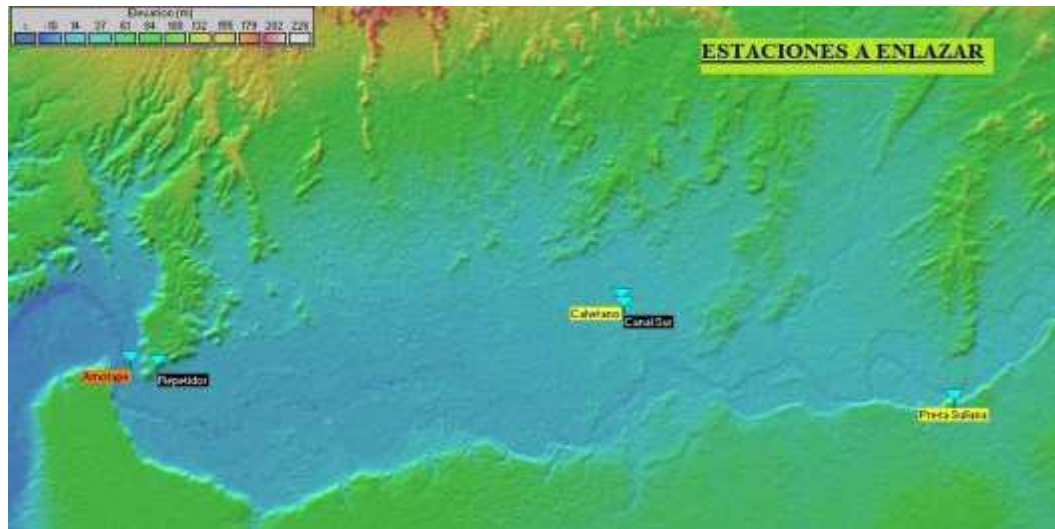


FIGURA 17 ESTACIONES A ENLAZAR

#### 4.3.2 Arquitectura de Red.

El sistema consiste de tres radioenlaces principales: *Repetidor-Presa Sullana*, *Repetidor-Amotape*, *Repetidor-Cayetano* y un enlace secundario *Cayetano-Canal Sur*.

Siendo Repetidor-Presa Sullana el enlace principal, debido a la distancia y que debe contar con un ancho de banda suficiente para monitorear las otras estaciones.

#### 4.3.3 Descripción de Estaciones.

##### 4.3.3.1 Estación Cayetano.

La estación Cayetano está dividido en dos estaciones de control uno de estos es el mismo Cayetano el cual cuenta con dos puntos de monitoreo ubicados frente a esta estación, la otra estación es la del canal sur ubicado

aproximadamente a 600m de distancia en esta estación se contará con un punto de monitoreo.

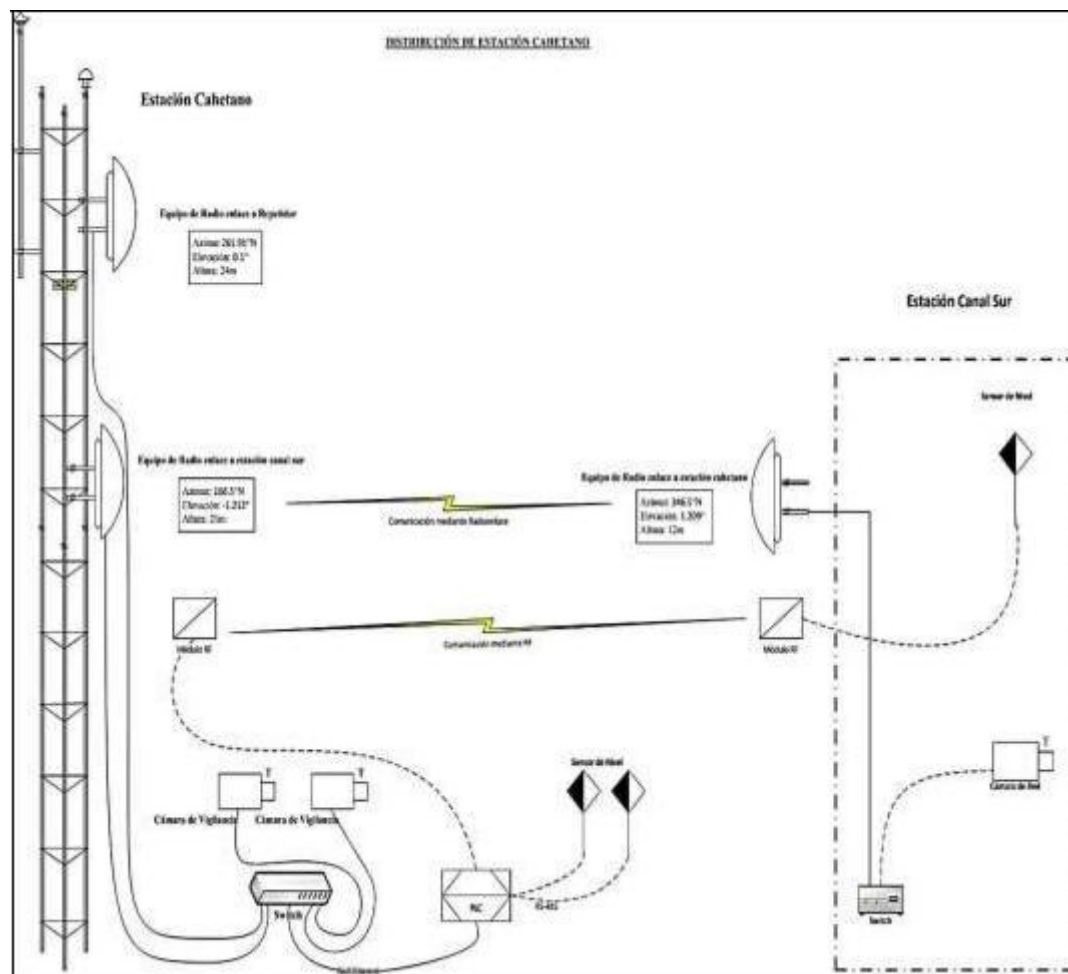


FIGURA 18 **DISTRIBUCIÓN CAYETANO**

En el diagrama se puede apreciar la distribución de Red. La estación Cayetano se conecta mediante un radioenlace al canal sur para monitorear la cámara de red, el Plc se conecta a través de módulo RF con el sensor de nivel a instalar en el canal sur y de este modo administrar todos los sensores de nivel de manera local.

El Switch o conmutador interconecta las cámaras de red, el Plc y el radioenlace hacia el canal sur. Luego estos datos son transportados hacia el repetidor mediante otro punto de acceso, conectando finalmente hacia la Presa Sullana.

#### **4.3.3.2 Estación Amotape.**

La estación Amotape cuenta con 2 puntos de control, esta enlazada al repetidor que transmite los datos a la Presa Sullana. Esta estación cuenta con un módulo PLC, 2 cámaras de red y 2 sensores de nivel.

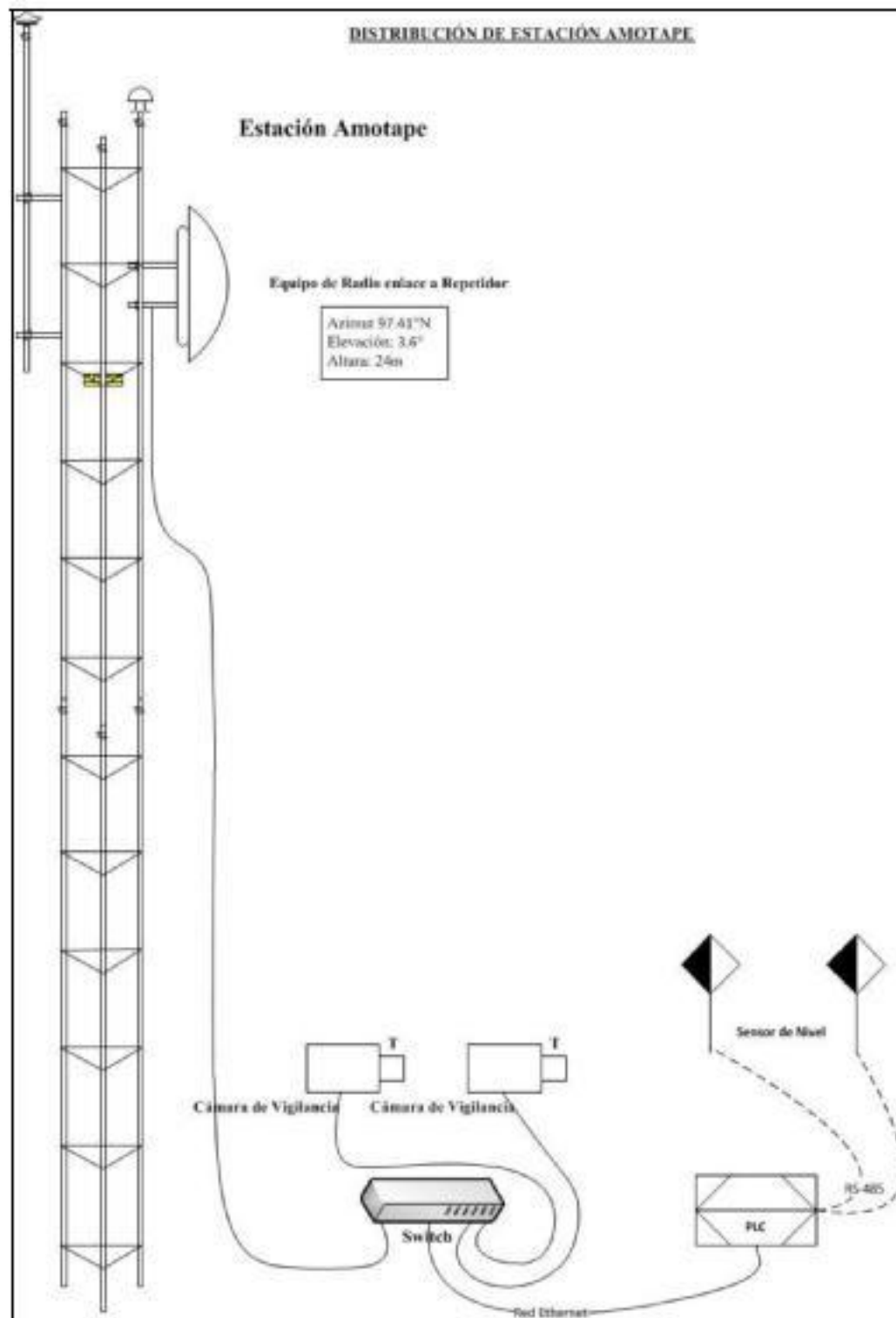


FIGURA 19 DISTRIBUCIÓN AMOTAPE

En el diagrama se puede apreciar la distribución de Red. La estación Amotape. El Switch o conmutador interconecta las cámaras de red, el Plc y el radioenlace hacia el repetidor. Conectando finalmente hacia la Presa Sullana.

## 5 CAPITULO V: CONCLUSIONES

En este estudio hemos podido apreciar que, a pesar de la distancia, situación geográfica en la que se encuentran los sitios de interés a enlazar, se ha logrado demostrar que es posible levantar un radioenlace de comunicación a un costo relativamente económico, que permitirá compartir el servicio de Internet e información útil entre las estaciones: Cayetano, Amotape y la Presa Sullana.

A través de la ayuda de aplicaciones de software gratuitas como Google Earth y Radio Mobile, se ha logrado recopilar información útil para conocer y validar los lugares donde se deben ubicar las repetidoras, alturas requeridas por las antenas, obteniendo una alternativa para el trayecto del radioenlace.

Los niveles de recepción simulados y calculados teóricamente han sido satisfactorios, permitiéndonos decir que existirá un buen desempeño del enlace.

Las torres soportadas por tirantes a pesar que necesitan mayor diámetro para ser instaladas, son torres usadas con mayor frecuencia por costos y por la facilidad de la instalación.

El uso de bandas no licenciadas no implica que el uso de dichas bandas o frecuencias no tengan un costo por su utilización; dicho costo menor en comparación con bandas licenciadas debe pagarse a la autoridad correspondiente, ya que el espectro radioeléctrico es un recurso natural, irreproducible, limitado, estratégico y es de todos.

Por este motivo genera una renta extraordinaria o renta natural.

## **RECOMENDACIONES**

En sistemas de comunicación que ofrecen este tipo de servicio es necesario contar con un backup o respaldo de energía eléctrica en los sitios donde se instalan estos sistemas, que generalmente son cerros y altas montañas que normalmente presentan interrupciones en el servicio eléctrico, por tanto, es necesario solventar este problema considerando una alternativa energética para el correcto y continuo funcionamiento del sistema.



## **6 CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA**

### **6.1 Libros**

1. Guía de hidrometría de aguas superficiales - Medición del Nivel de agua SENAMHI /DGH N° 01 – 2008 /Ing. Gladys Iris Chamorro De Rodríguez.
2. Electrónica Industrial Moderna/ Timothy J. Maloney.
3. Sistemas de comunicaciones electrónicas – Tomasi Wayne – Pearson – Cuarta edición.

### **6.2 Páginas de Internet**

<http://www.radiocomunicaciones.net/antenas-dipolo.html>

[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208019/MODULO%20ANTENAS%20Y%20PROPAGACION-2011/leccin\\_40\\_mecanismos\\_alimentadores.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208019/MODULO%20ANTENAS%20Y%20PROPAGACION-2011/leccin_40_mecanismos_alimentadores.html)

<http://es.thefreedictionary.com/abocardado>

<http://es.slideshare.net/edisoncoimbra/63-propagacion-en-el-espacio-libre>

<http://es.slideshare.net/edisoncoimbra/63-propagacion-en-el-espacio-libre>

<http://fralbe.com/2009/06/05/antenas-parabolicas-ancho-de-banda-relacion-senal-aruido-factor-de-potencia/>

# ANEXOS

## Características Técnicas de Equipos de Radioenlace Repetidor-Presa Sullana

<b>Configuración</b>	
Arquitectura	ODU: Unidad para exteriores con antena integrada o con conectores para antena externa IDU: Unidad para interiores o dispositivo PoE, con interfaces Ethernet
Interfaz IDU - ODU	Cable CAT-5e para exteriores
<b>Radio</b>	
Capacidad	100 Mbps throughput real
Alcance	Hasta 120 km / 75 millas
Bandas de frecuencia	4,940 - 5,950 GHz
Ancho de banda del canal	40 MHz
Modulación	2x2 MIMO-OFDM (BPSK / QPSK / 16QAM/64QAM)
Modulación y codificación adaptativas	Soportada
Selección automática de canales	Soportado
Potencia máxima de transmisión	25 dBm
Tecnología dúplex	TDD
Corrección de errores	FEC k = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6
Encriptación	AES 128
<b>Interfaz Ethernet</b>	
Número de puertos Ethernet	2 en IDU; 1 en el dispositivo PoE
Tipo	<b>10/100BaseT con auto negociación (IEEE 802.3u)</b>
Tramado /codificación	IEEE 802.3
Impedancia de línea	100 $\Omega$
Soporte VLAN	Transparente
Conector	RJ -45
Tamaño máximo de trama	2048 Bytes
Latencia	3 mseg (típica)
<b>Gestión</b>	
Aplicación de gestión	<b>Device Manager</b>
Protocolo	SNMP y Telnet
<b>Mecánica</b>	
<b>Potencia</b>	
Alimentación	Alimentación dual, -20 a -60 VCC (se dispone de transformador CA/CC)
Consumo de energía	< 35 W (IDU+ODU)
<b>Medioambientales</b>	
Temperatura operativa	ODU: -35°C a +60°C / -31°F a +140°F IDU: 0°C a +50°C / +32°F a +122°F
Humedad	ODU: hasta 100% sin condensación, IP67 IDU: 90% sin condensación
<b>Reglamentos de radio</b>	
FCC	47CFR, Parte 15, Subparte C
IC (Canadá)	RSS-210
WPC (India)	GSR-38
MII (China)	Reglamento de la banda 5.8GHz
<b>Seguridad</b>	
FCC/IC (cTUVus)	UL 60950-1, CAN/CSA 60950-1 C22.2
ETSI	EN/IEC 60950-1
<b>EMC</b>	
FCC	CFR 47 Clase B, Parte 15, Subparte B
ETSI	EN 300 386 (2005), EN 301489-4 (2002)
CAN/CSA-CE/IEC	CISPR 22-04 Clase B
AS/NZS	CISPR 22-2004 Clase B

**Servidor****Especificaciones requeridas**

Procesador Intel Xeon E5-2403 (1.80 GHz, 10 MB Cache L3), memoria 12GB PC3L-10600R, (2) Discos Duros 1TB SATA 7200rpm, DVD- RW; controlador de red 366i Ethernet de 4 puertos, fuente de alimentación 460W, factor de forma 1RU.

**NVR****Especificaciones requeridas**

- Gigabit Ethernet (1000 Mbps) speeds
- Compression: MJPEG/MPEG-4 Part 2/H.264
- Support PTZ/Preset Point/Preset Sequence
- Motion Detected Event Display on E-Map
- Display Mode: Live View/Playback/Full Screen
- Resolution: HD/MegaPixel/FD1/CIF/QCIF
- Export Playback Videos to AVI
- Support schedule recordings and 2-way Audio
- Support External UPS and DI/DO.
- Smart Camera Search and Live image view
- Free Bundled NVR management Software to manage up to 16 NVR devices

**Switch**

Especificaciones Técnicas

- IEEE 802.1d/w/s Spanning Tree Protocol (STP) y duplicación de puertos
- 24 puertos Ethernet Gigabit y 2 ranuras SFP Gigabit
- IEEE 802.3ad LACP para puerto automático
- Autenticación basada en puerto IEEE 802.1X con Lista de control de acceso (ACL) de hasta 256 entradas para facilitar la seguridad de la red
- Filtrado IP Multicast a través de indagación IGMP V1/ V2/ V3
- Admite redes VLAN basadas en puertos, etiquetado 4000 VLAN IEEE 802.1Q
- 10000 marcos jumbo para aumentar las velocidades de transferencia de datos
- Admite aprendizaje automático y envejecimiento automático de 8000 direcciones MAC
- CdS IEEE 802.1p con 8 colas de prioridad
- Soporta IPv4/IPv6
- El control de flujo IEEE 802.3x evita la pérdida de paquetes para mejorar la fiabilidad de la transmisión de datos
- Admite el servidor de hora con Protocolo simple de hora de red (SNTP, Simple Network Time Protocol)

AMOTAPE





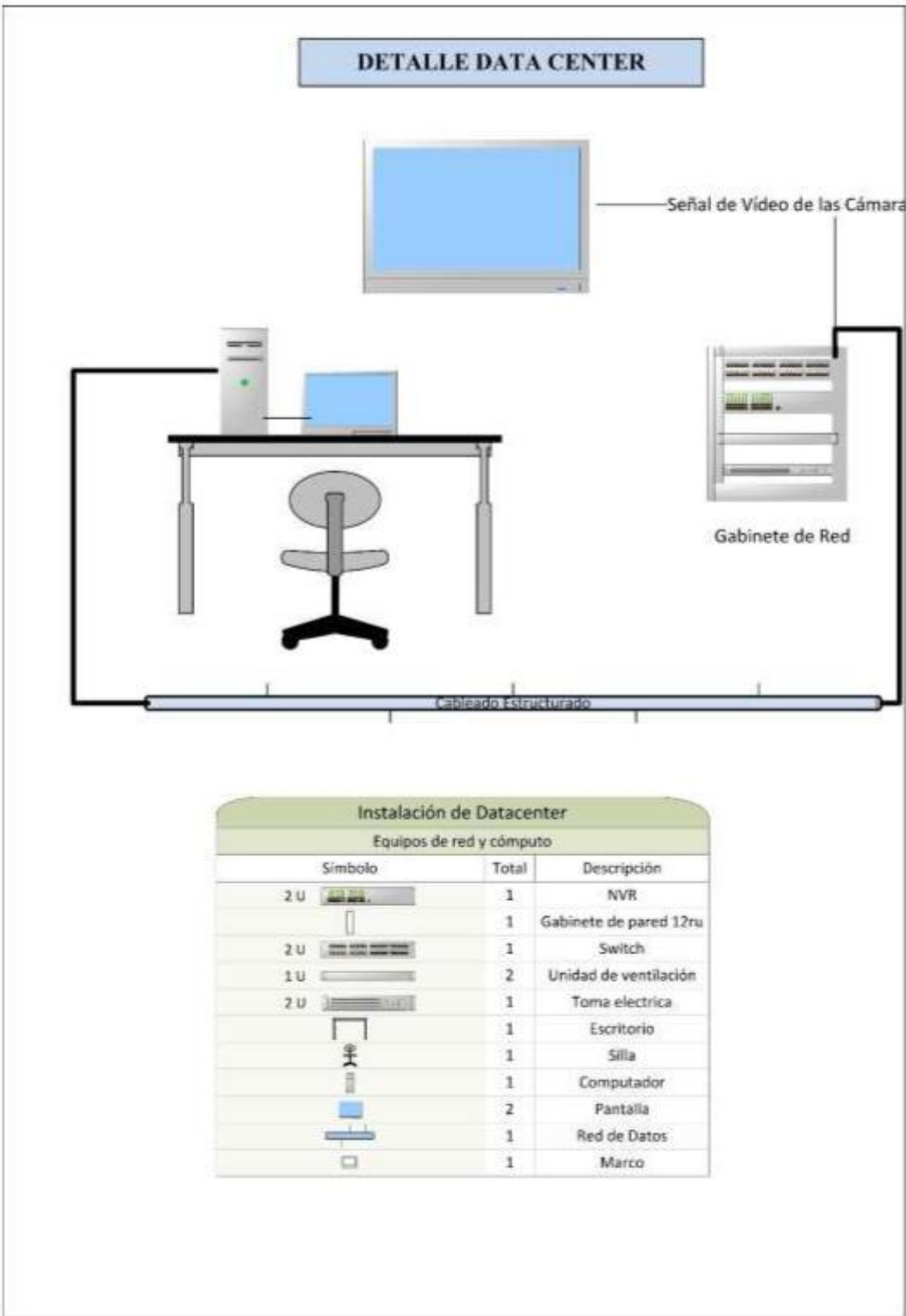
## CAHETANO

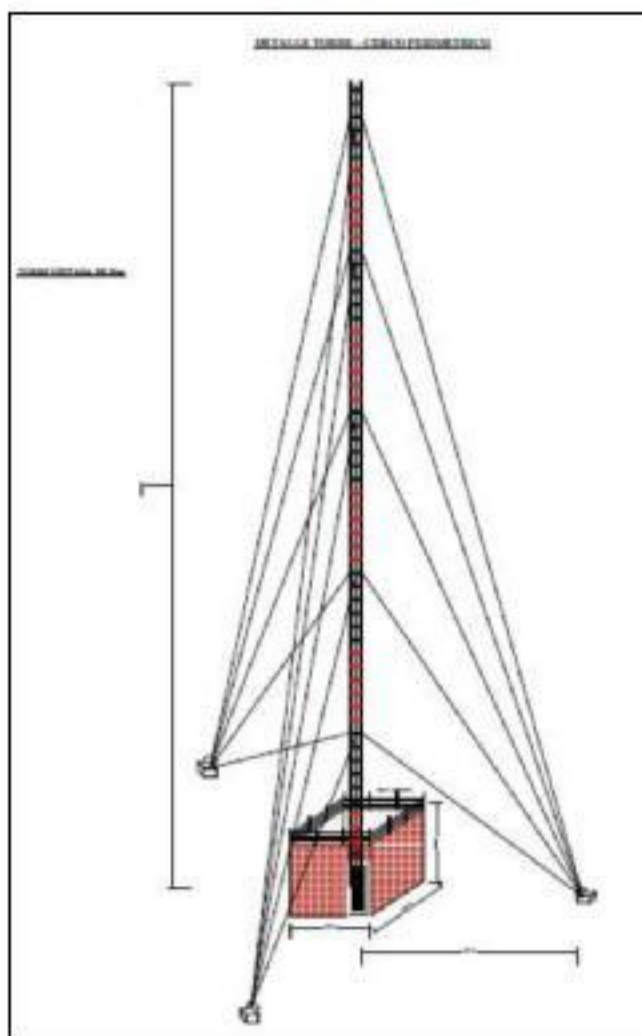


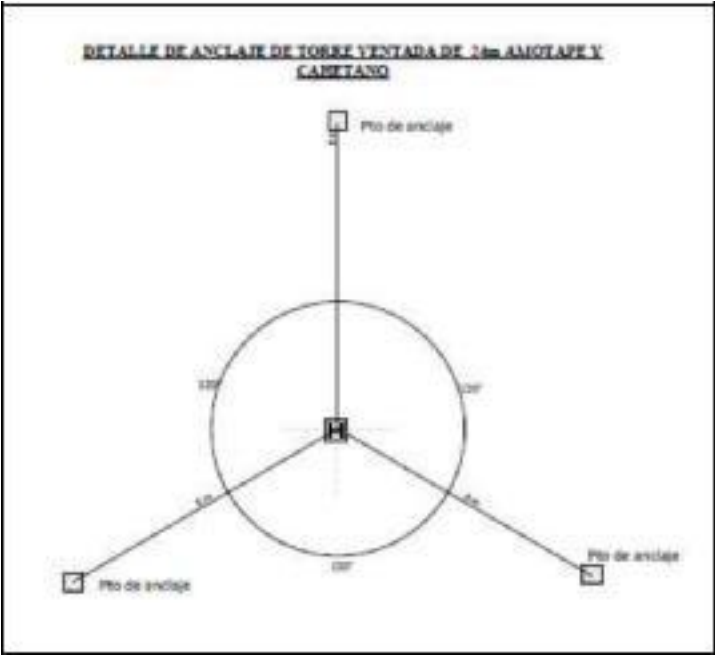
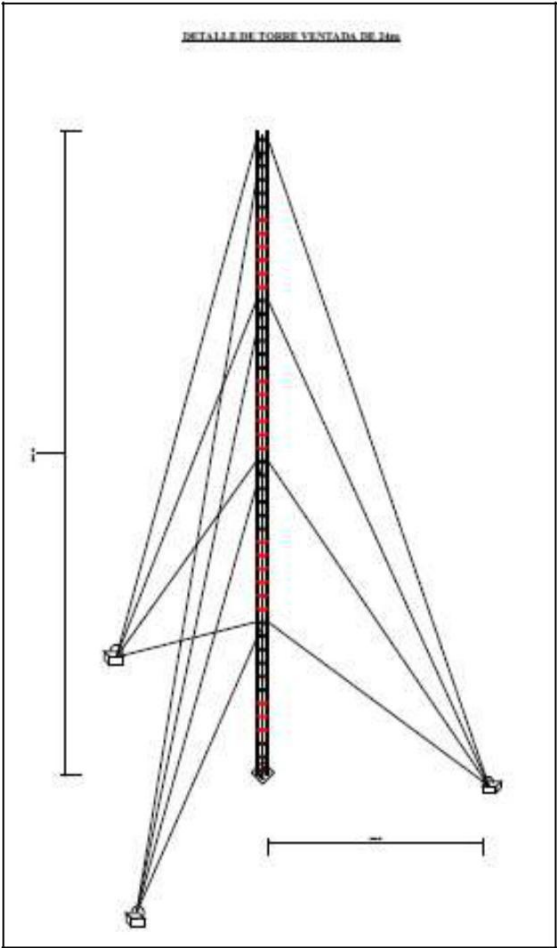


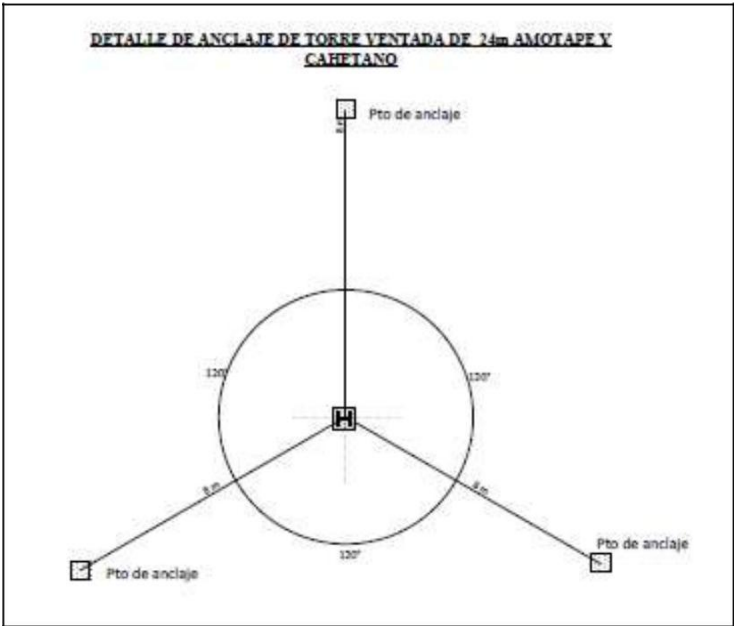
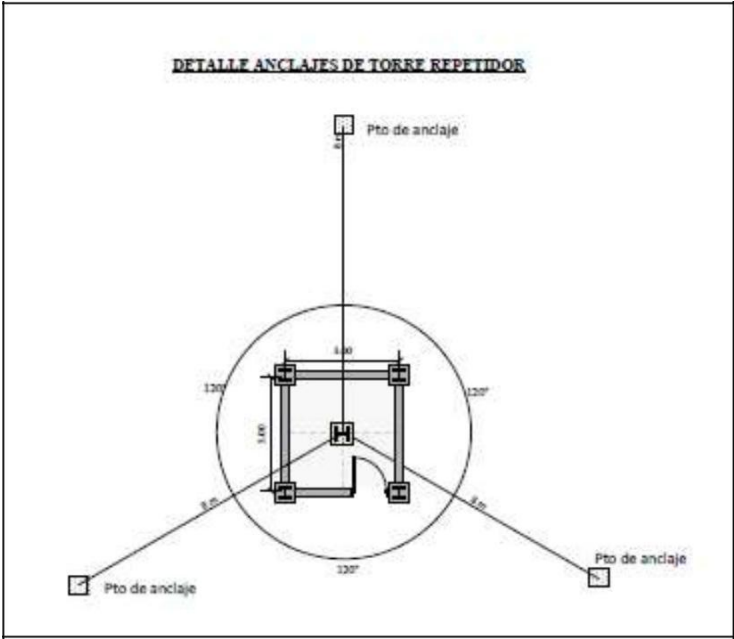


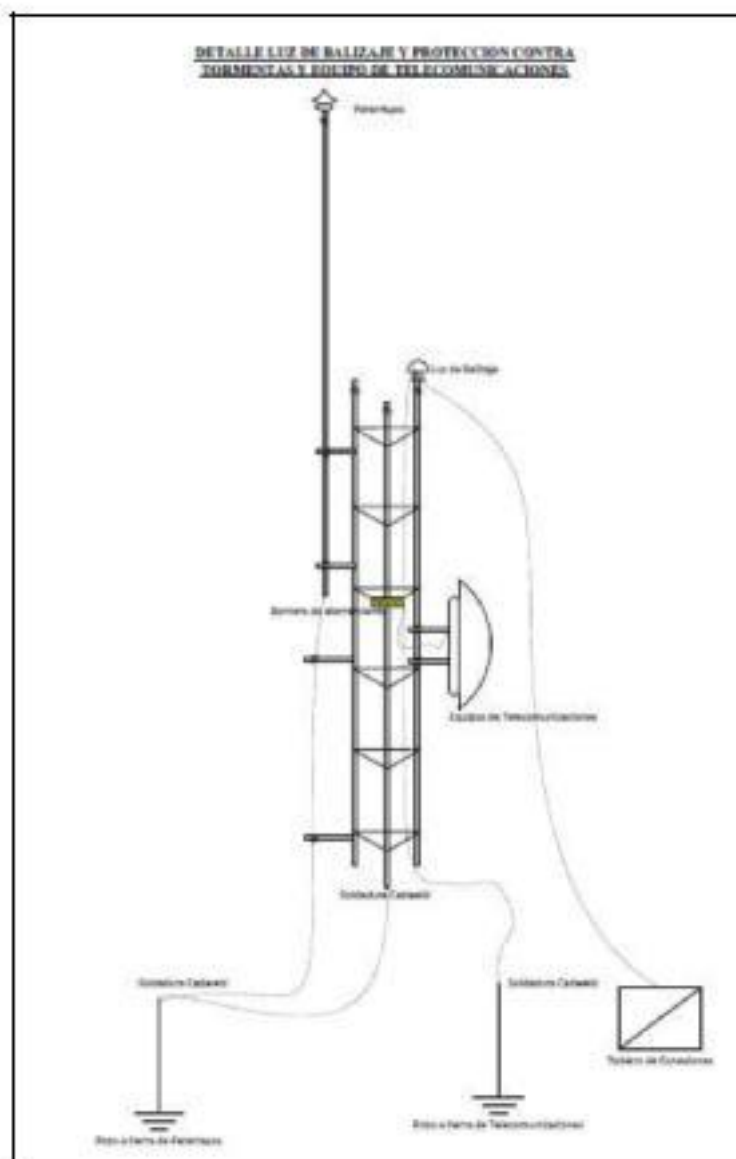


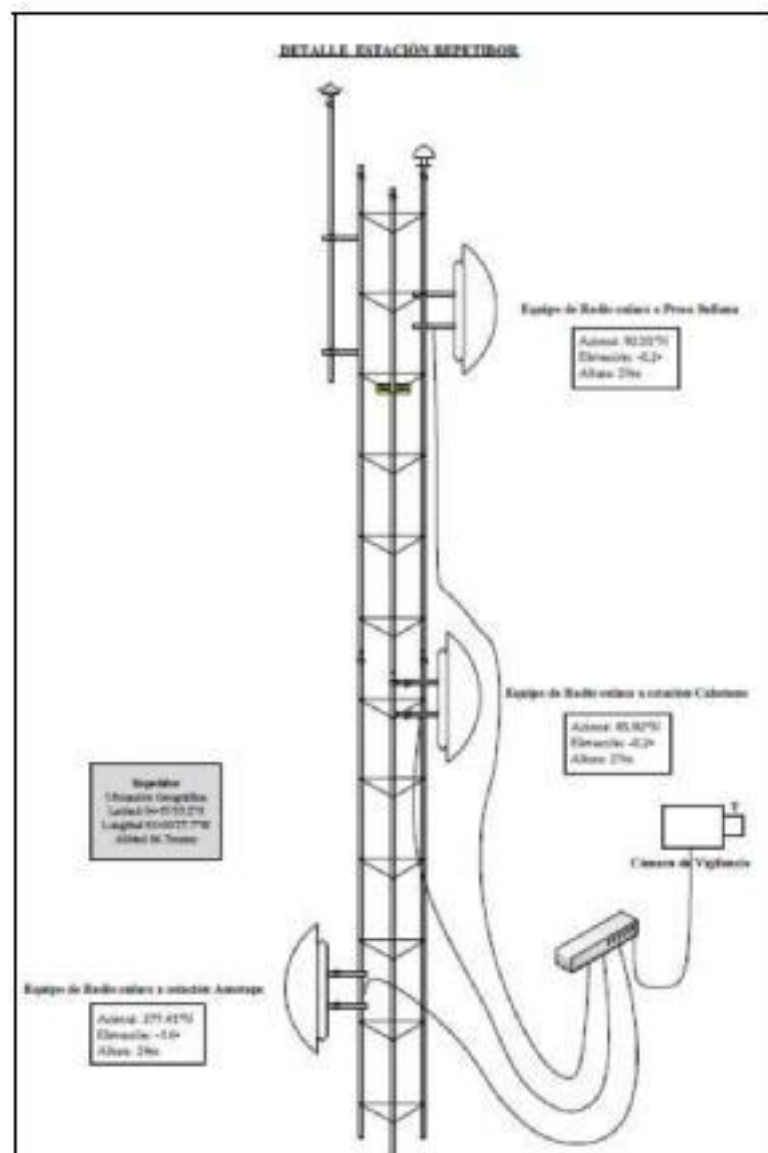






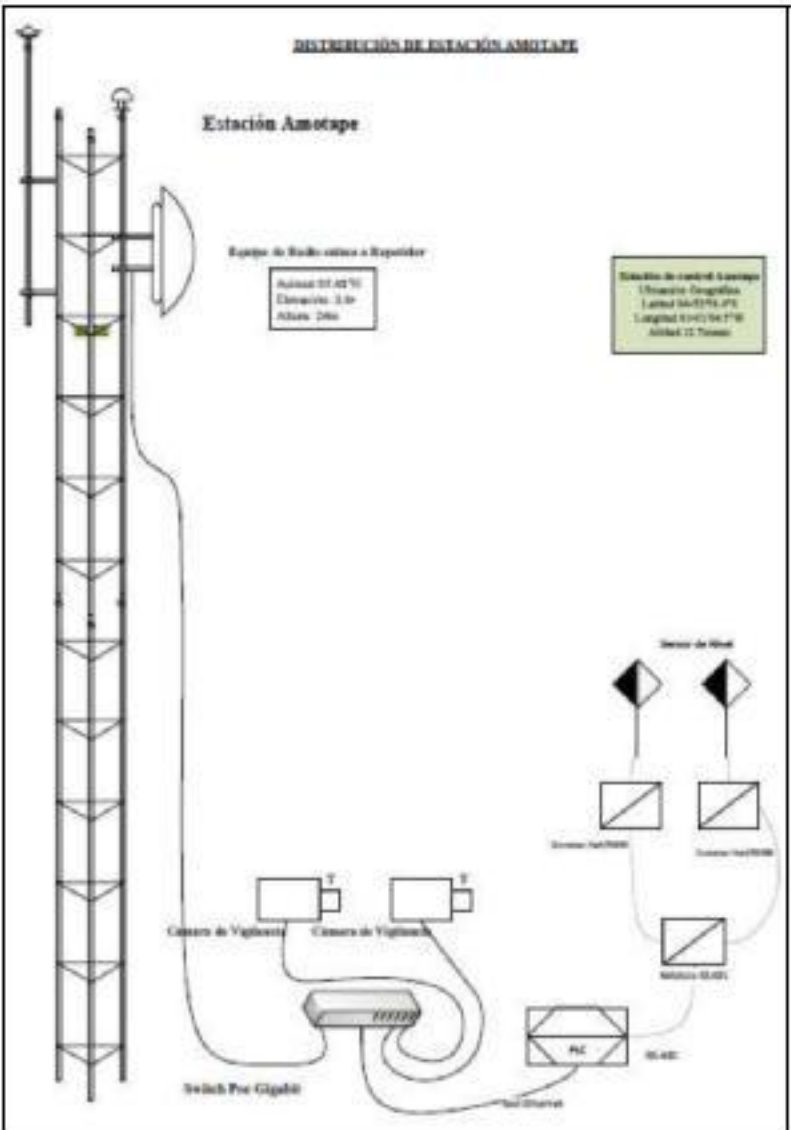


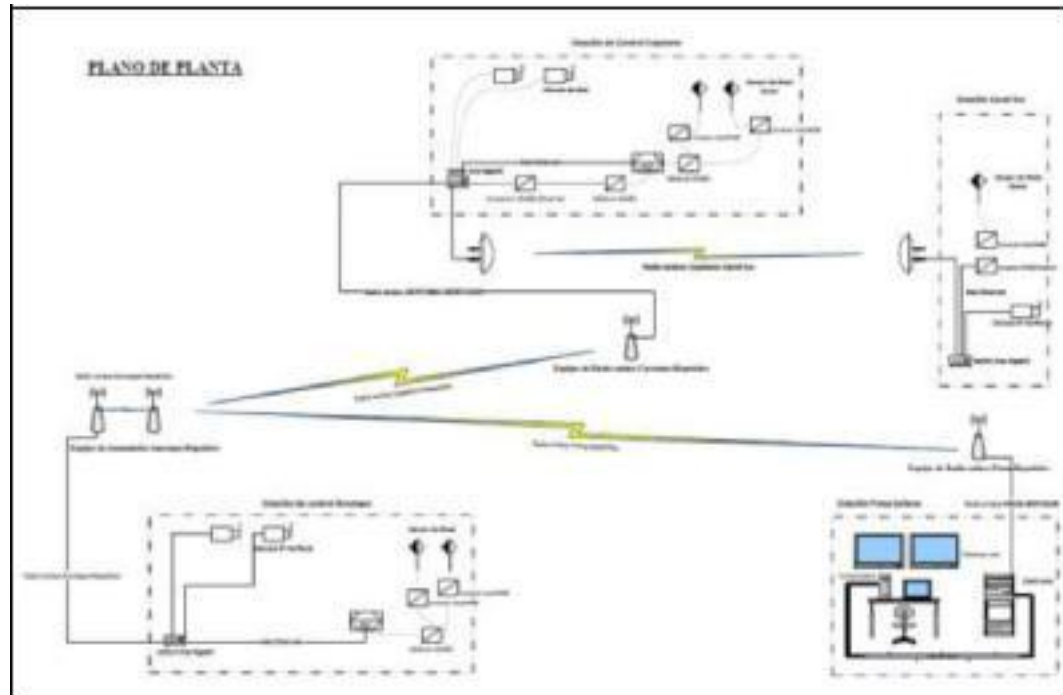


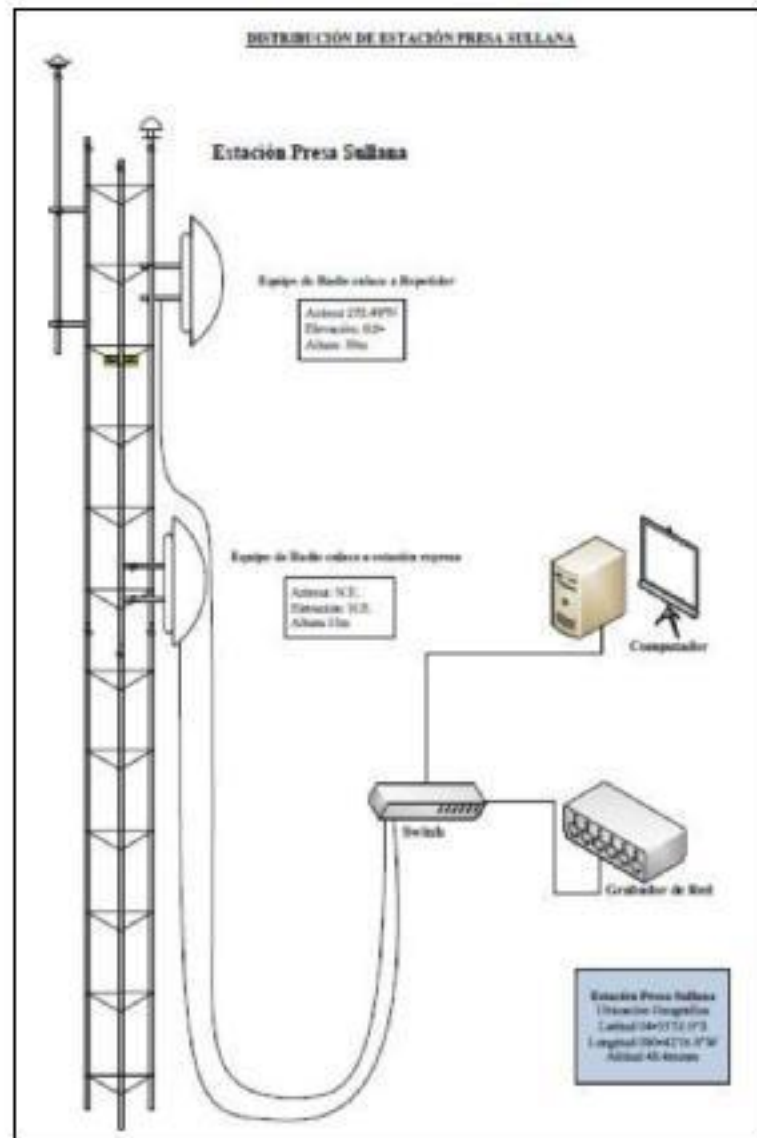


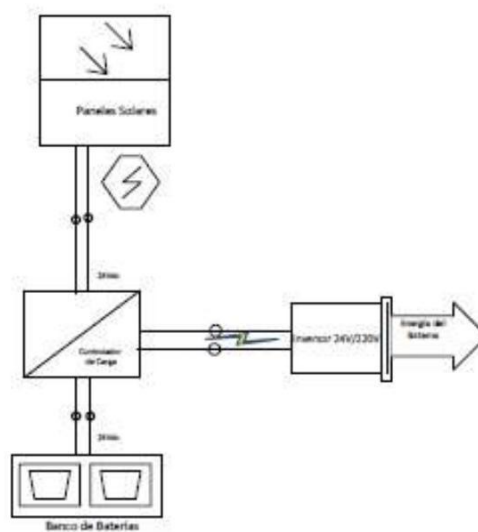
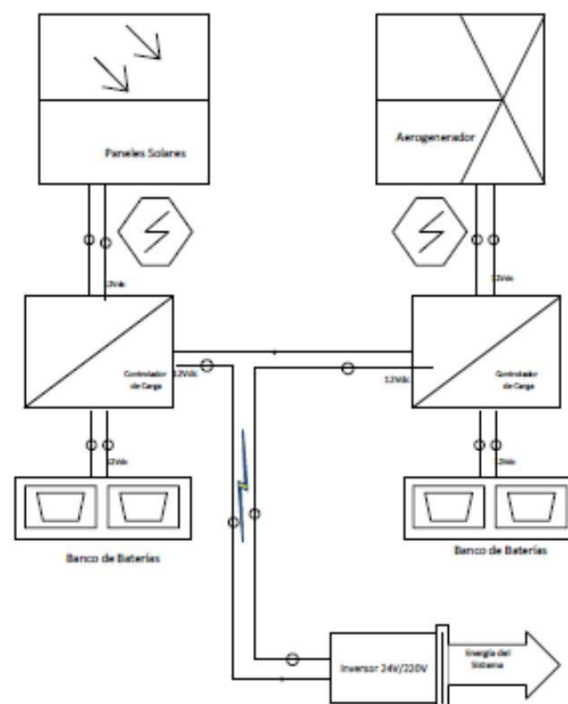


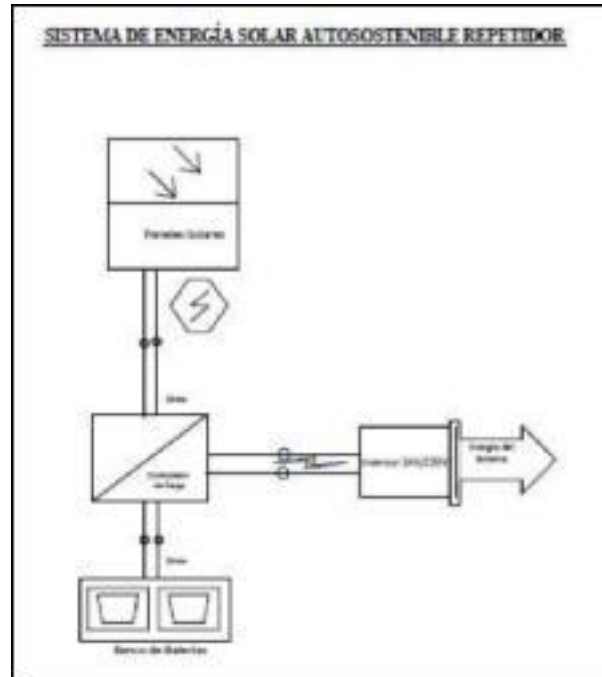








**SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR AUTOSOSTENIBLE ESTACIÓN AMOTAPE****SISTEMA DE ENERGÍA HÍBRIDO AUTOSOSTENIBLE ESTACIÓN CAVETANO**



Hoja de datos

## RADWIN 2000 - solución IP inalámbrica

Solución Sub-6 GHz de gran capacidad y clase portadora para retroconexión IP y WIMAX

### Puntos destacados:

- Throughput real de 100 Mbps
- Tecnologías superiores OFDM y MIMO
- Fácil de instalar, simple de mantener
- Reducción significativa en el costo de adquisición
- Múltiples bandas de frecuencia (5.8 - 5.8 GHz) sobre una misma plataforma
- Máxima flexibilidad para adaptarse al impacto de la interferencia

La nueva serie de radios RADWIN 2000 entrega gran capacidad, enlaces de gran throughput y un rendimiento "Carrier Class". RADWIN 2000 es la mejor selección para los operadores WIMAX y proveedores de servicios, que buscan una solución de conexión estable y fiable para que sus operaciones sean verdaderamente competitivas en el mercado global de las comunicaciones.

En la etapa de lanzamiento, cuando los operadores WIMAX requieren inversiones considerables en infraestructura y en una base emergente de abonados, RADWIN 2000 ofrece ventajas OFDM en parámetros y reduce significativamente los costos de adquisición.

Al soportar múltiples bandas en una sola plataforma de radio, RADWIN 2000 también garantiza un desempeño perfecto en una amplia gama de entornos y escenarios.

Con una instalación y mantenimiento sencillos, RADWIN 2000 garantiza para los operadores la facilidad de desplegar rápidamente la red y ofrecer nuevos servicios a los abonados.

Este sistema de radio de gran capacidad proporciona 100 Mbps de throughput real y un alcance de hasta 50 millas de hasta 120 km/75 millas en distintas frecuencias sub-6 GHz.

Controlado sobre una interfaz web, generada de RadWin, conjuntamente con la incorporación de tecnologías avanzadas de Diversidad, MIMO y OFDM, RADWIN 2000 entrega un desempeño óptimo y una robustez inigualable para las redes de hoy y del mañana.

RADWIN 2000 se adapta mejor a una variedad de aplicaciones Ethernet, que incluye la conexión para redes WIMAX e IP, transporte de datos de gran capacidad y redes privadas.

